Elektor Electronics Israel

הירחון הבינלאומי לאלקטרוניקה

נובמבר 1990

המחיר 10 ש״ח כולל מע״מ

- מרכזת טלפונים ממוחשבת
- מגבר הקלטה לוידאו
- מגבר הספק לשמע
- מגבר UHF לטלויזיה
- טכניקות מדידה
- ספק כח 400W



Elektor Electronics Israel  Elektor Electronics Israel  Elektor Electronics Israel  Elektor Electronics Israel  Elektor Electronics Israel  Elektor Electronics Israel

לגלות עולם חדש

כל מה שרצית לדעת - ולא היה לך את מי לשאול ...

עשרות פרוייקטים יקרים לבניה עצמית במחיר עלות הרכיבים בלבד:

- *מערכות אזעקה מתוחכמות לרכב ולבית.*
- *ערבל אותות וידאו (וידאו מיקסר).*
- *מערכות קליטה מלוויינים.*
- *מכשירי בדיקה ומדידה משוכללים ביותר.*
- *שיפור ביצועי P.C. ללא הכר.*
- *ועוד עשרות פרוייקטים בנושאים רבים ומגוונים.*

לכל פרוייקט תוכנית בנייה מפורטת הכוללת שרטוטים חשמליים ושרטוט המעגל המודפס

סקירות של מיטב חידושי האלקטרוניקה ★ רכיבים ★ יישומים ★

★ מכשירים ★ מערכות ★ מחשבים ★ כלי עבודה ★ חומרים ★ ספרות ★

☆ מדורים מיוחדים לפיתרון בעיות על ידי מומחים בינלאומיים ☆

☆ יישום תגליות מדעיות בשטח האלקטרוניקה ☆

☆ חידושים מקומיים ובעיקר חידושים מחו״ל ☆

הירחון הבינלאומי לאלקטרוניקה הקשור ישירות לרשת אלקטור המקיפה את העולם

אפשרות לרכישת חבילת מנויים
למפעלים ומוסדות גדולים

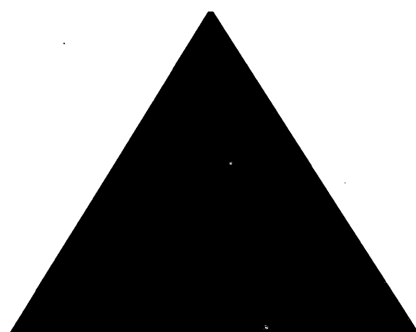
אל תשאר מאחור - קנה לך גישה
למידע העדכני ביותר בעולם
עשה מנוי עוד היום !

כתובתנו למנויים: אלקטורקל ת.ד. 41096 תל-אביב 61410 ☎ 03-879619

Elektor Electronics Israel  Elektor Electronics Israel  Elektor Electronics Israel  Elektor Electronics Israel  Elektor Electronics Israel  Elektor Electronics Israel

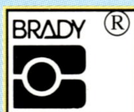
איך?

איך תפרסם כאן מודעתך ???
פרטים בטלפון: 03-879619



מוצרים יעילים לתעשיה מתקדמת





תוויות לזיהוי
וסימון לכל מטרה

Weller®

סידרת המלחמים
המבוקשים ביותר בעולם





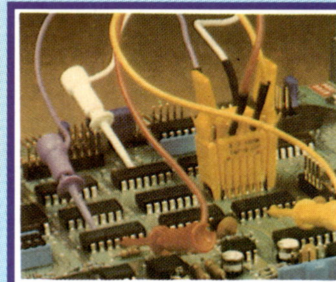
LEWISystems ®

קופסאות
פלסטיק
לכל מטרה

Plastic Containers
and Tote Boxes

E-Z HOOK®

קשת של גששים
תקעים, ושקעים
למו"פ



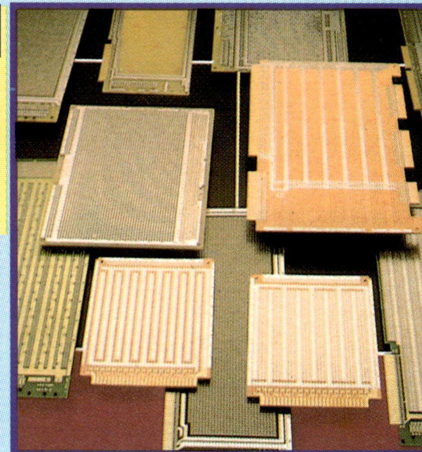


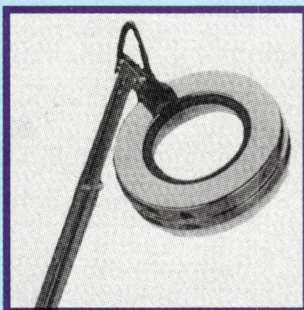
METRO®

עגלות ומדפים
לשינוע ואחסון

VECTORBORD®

לוחות בניה לאבי טיפוס,
מטריצות ולוחות מחוררים
במבחר עצום. גם מלאי רחב
של אמצעי תכנון PCB





BEE-LINE®

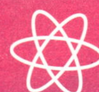
מתקני תאורה
- עם עדשות הגדלה
- עם סינון אויר

מבחר :
* מקדחות * מפוחי חום * כלי עבודה
* מורידי בידוד * כלים ופתילים להורדת בדיל
* אמצעי עזר להלחמה * בדיל * תרסיסים ועוד

יבואני Tech Wick®
הפתיל היעיל לשאיבת בדיל !!

קשת מוצרים להגנה בפני
חשמל סטטי ESD

בי-דני



רח' שפ"ר 15 ת"א, טל': 03-660487 ,658085 פקס': 03-660489

הירחון הבינלאומי לאלקטרוניקה



גליון מספר 2.
נובמבר 1990
חשון תשנ״א

ניהול ועריכה: משה אברהם

תרגום: אריה פררה

עריכה גרפית: יערה מערכות גרפיקה בע״מ

עריכת מודעות: לין-ארט גרפיקס

דפוס: דפוס המקור

מנהל שווק ופרסום: ג. זיסו

הפצה: סטימצקי

מזכירת מערכת: מרגלית עבדי
הגהה : אייל וירזינסקי
יחסי צבור: דוד עמרני

מו״ל והפקה: אלקטורקל

כתובת למכתבים:
ת.ד. 41096
תל-אביב 61410
טל: 879619

תוכן עניינים

קורא יקר,

עם צאת הירחון השני לדרכו ברצוננו להבהיר מספר דברים אשר חוזרים ונשנים בשאלות הקוראים.
הירחון דומה במתכונתו לגירסה האנגלית של אלקטור, עם תוספות של מאמרים ופרוייקטים אשר התפרסמו בירחונים קודמים של אלקטור בשפה האנגלית. בנוסף יתפרסמו מאמרים וכתבות מהמתרחש בתחום האלקטרוניקה בישראל.

ומה בירחון הפעם,

הירחון הפעם מתרכז רובו ככולו בבניות פרוייקטים. מרכזת הטלפונים מבוקרת המחשב נותנת פתרון זול יחסי לרוצים לבנות מערכת תקשורת בין חדרים, אם לבית ואם למשרד. המרכזת מבוקרת בעזרת מחשב ה BASIC אשר התפרסם בירחון אלקטור האנגלי בנובמבר 1987. פרוייקט זה יתפרסם בירחון הבא של אלקטור הישראלי. לחובבי הטלויזיה שבינכם הירחון נותן הפעם שפע של בניות. מאמר שני ואחרון לממיר S-VHS לRGB, קדם מגבר לתדרי UHF, לשיפור איכות הקליטה בטלויזיה. ולרוצים להקליט את אשר קלטו מתפרסם מגבר הקלטה לוידאו. תרומתנו הצנועה לענף המוזיקלי בארץ הינה פרוייקט בניה של מכוון לגיטרה, בתקווה שביצועיהם ישתפרו לאחר מכן. בתחום הבדיקה והמדידות מתפרסם החודש מאמר ראשון בסדרה שעוסק בטכניקות מדידה ושיטות לשיפור הדיוק ואמינות התוצאות. לבעלי המעבדות מתפרסם תיכנון לספק כח מעבדתי בעל הספק של 400W.

קריאה מהנה .

שלכם
העורך

מוצר מתקדם נוסף למשפחת המאמנים הקיימת למיקרופרוססורים.

EB-155
מערכת הדרכה ותרגול יחודית
מבוססת על מיקרו מחשב 68000

ה-EB-155 מתאים
לבתי ספר מקצועיים ולתעשייה.

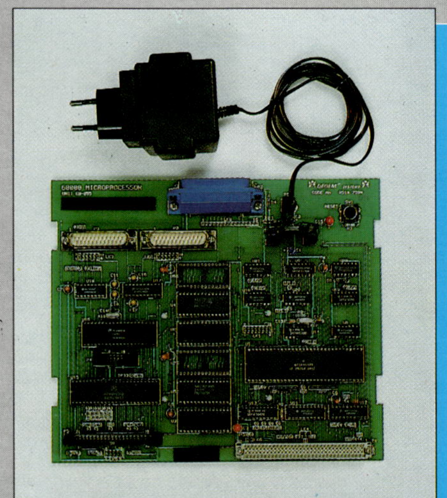
מאפשר:

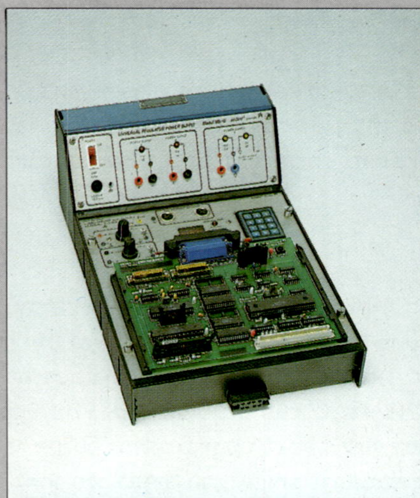
- הכרת עקרונות בסיסיים ומתקדמים של מיקרו מחשב 16 סיביות.
- כתיבת תוכניות, עריכה (EDITING) ואיתור שגיאות (BRAKE POINTS, TRACE)
- איתור ותרגול תקלות
- תרגול יישומים.

המערכת הבסיסית מכילה:
ערוצי קלט/פלט (I/O) טורי ומקבילי,
מחבר G/64 לערוצי מידע/כתובות (BUS),
קושחה (FIRMWARE) וספרות הדרכה
התומכת בכל שלבי הלימוד.



ה-**EB-155** כולל עזרי חומרה ותוכנה





ה-EB-155 עובד עם ספק כוח עצמאי או בשילוב עם
ה-**EB-2000**-מערכת ממוחשבת ללימוד מקצועות האלקטרוניקה

מוצרים נוספים במשפחת המאמנים למיקרו מחשבים:

EB-151	מאמן 8 סיביות מבוסס על ה-8085
EB-152	כרטיס הרחבה למאמן 8085
EB-153	מאמן 8 סיביות מבוסס על מיקרו בקר 8031/8051
EB-154	כרטיס יישומים למיקרו בקר 8031/8051
EB-156	כרטיס יישומים למאמן 16 סיביות 68000

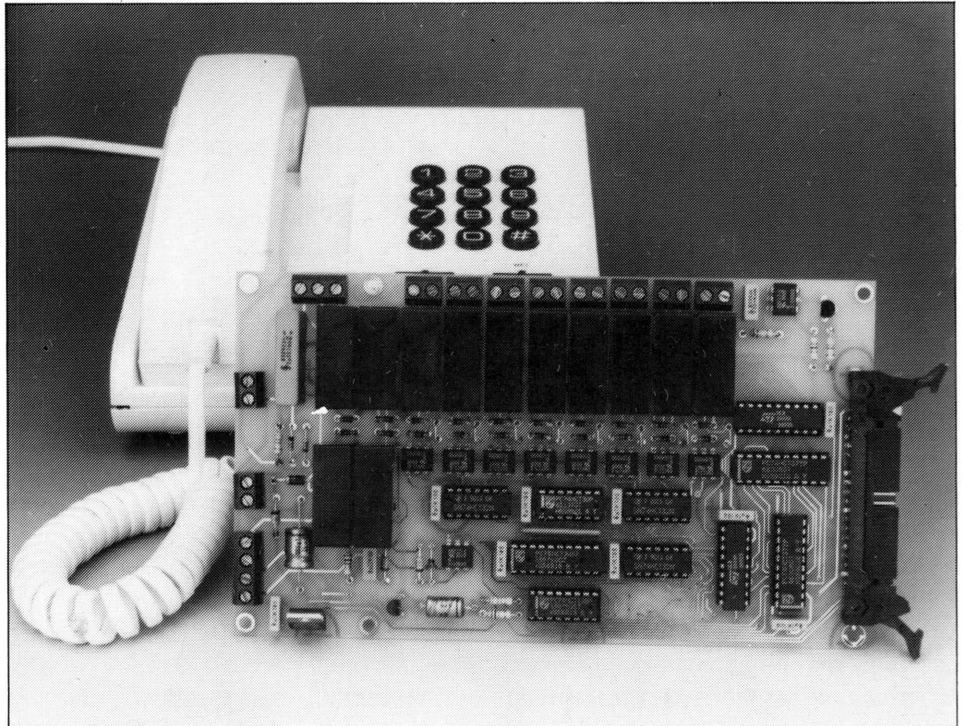
נציגים בלעדיים בישראל
איטק בע"מ
קריית עתידים בניין מס. 12 נווה שרת ת"א,
מען למכתבים: ת.ד. 10002 ת"א 61100
טל: (03) 491202 (03) 484832
טלקס: ITEC 341307 פקס: (03) 497661

דגם מטרות בע"מ

מרכזת טלפונים מבוקרת מיקרו

מרכזת הטלפונים המתוארת כאן, מאפשרת חיבור של עד 8 מכשירי טלפון הפועלים בחיוג פולסים, ואפשרות לחיבור קו טלפון חיצוני אחד. היחידה מבוקרת על ידי מחשב BASIC המבוסס על המיקרו-בקר 8052.

מאת A. Rigby



תכונות עיקריות

* 8 קוים פנימיים
* קו חיצוני אחד
* זכרון ל-10 מספרים
* בקרת מחשב
* החזקת קו אוטומטית לקו החיצוני
* ניתן לקישור ל-PC
* קבלה סלקטיבית של שיחות חוץ
* קודים לחיוג מקוצר למספר טלפון חיצוני
* מתאים לטלפונים הפועלים בחיוג פולסים
* ממסר אחד, אופציונאלי, למיתוג חיצוני

שנויים או תוספות לביצועי המערכת מתאפשרים בקלות יחסית בגלל היות המכשיר מבוקר מחשב. הדבר היפה בקשר למיקרו 8052 (מקורות מס. 1 ומס. 2) הוא האפשרות לתכנתו בשפת BASIC הנהירה לרבים מאתנו. ביישום הנוכחי המעבד פועל בהתאם לתוכנית הפעלה הנמצאת ב-EPROM על המעגל. כדי לשנות את תוכנית ההפעלה, כל שדרוש הוא מסוף או מערכת PC במצב תקשורת, וחיבור תלת גידי ל-8052. באמצעות כלים אלו יכול המשתמש לערוך שנויים ותוספות בתוכנית הבקרה כך שתותאם לדרישות היחודיות שלו ביחס למרכזת הטלפונים. משנמצא שהתוכנית המתוקנת פועלת לפי הדרישות, אין צורך יותר במסוף או במחשב PC. אם אין רצונך לשנות את תוכנית ההפעלה הקיימת, או שאין באפשרותך לתכנת ב-BASIC; השתמש ב-EPROM הצרוב שהוכן עבור פרוייקט זה. תוכנית ההפעלה תספק בד״כ את כל הדרישות של משתמשי רשת תקשורת קטנה בבית, במשרד קטן, ובבית מלאכה.

הטלפון - סקירה בסיסית

מומלץ מאוד לראות כיצד פועל טלפון, טרם שנדון בתפקוד המרכזיה. בדיון שלהלן מניחים שהשימוש הוא בטלפון הפועל בחיוג פולסים. לא טיפלנו כאן בחיוג צלילים (DTMF). פרטים על שיטת חיוג זו ניתן למצוא במקור מס. 3. (ברשימת המקורות שבסוף המאמר).

איור 1 מציג את צורת החיבור הכללית של קו טלפון. כאשר השפופרת מונחת בעריסה, מחובר הצלצלן לקו הטלפון. כאשר השפופרת מורמת, מעגל הדיבור של מכשיר הטלפון מחובר לרשת הטלפון וזרם ישר זורם דרך המיקרופון. מכשירי הטלפון המחוברים לרשת, ניזונים ממתח המסופק על ידי המרכזיה המקומית. כל המכשירים מחוברים לשני קוים ללא יחוס לאדמה. השימוש בקוים מאוזנים, הוא פשוט ויעיל והוא מאפשר מניעת רעשים ברשת התקשורת. הרעשים הנוכחים במבואות "a" ו-"b" הם בעלי עוצמה שווה ונמצאים ובאותו מופע; מסיבה זו אינם נשמעים למעשה.

שיחות יוצאות

דיאגרמת הזמנים שבאיור מס. 2 מציגה את סדר המיתוג במהלך קריאת טלפון. גם במקרה זה מבוצעת ההתקשרות באמצעות הקוים "a" ו-"b" בלבד. בד"כ נוכח מתח של 50 עד 60 וולט בין שני קוים אלו. המרכזיה חשה הרמת שפופרת, בעקבות נפילת מתח הקו לכדי 10 וולט וצריכת זרם של כ-20mA דרך המיקרופון. לאחר מכן, שולחת המרכזיה לקו המתקשר צליל חיוג המורה שניתן לחייג מספר. בחיוג בשיטת הפולסים מתנתקת עניבת הזרם לסירוגין. קצב הפולסים נע בין 9 ל-11 מתקפים בשניה. זמן הניתוק של עניבת הזרם נקרא 'פולס', וזמן קיום החיבור ניקרא 'הפסקה'. אורך הפולס מוגדר בד"כ כ-(65%±3%) של הזמן הכללי של המחזור. בהנחה שזמן זה הוא באורך של 100ms, נמצא שהזרם מנותק לפרקי זמן שבין 58.5 ל-64.5ms. משך הזמן המינימלי בין מספר למספר הוא בין 0.7 ל-1s.

עם תום קבלת מספר שלם המבוקש לקריאה, תפנה המרכזיה למספר האמור על ידי אות צילצול. כשנענית הקריאה מוזרק אות מניה לצורך חיוב בתשלום בין קוי 'a' ו-'b'. זהו אות סינוס בעל אמפליטודה של 50V. מכיוון שהאות זהה על שני הקוים הוא אינו נשמע הן בצד הקרוב והן בצד הרחוק של הקו (הכונה למתקשר ולזה שהתקשרו

אליו). מונה השיחות מחובר לרשת בצורה אסימטרית כדי לאפשר חישת הפולסים. כאשר אחד מהצדדים מניח את השפופרת, המתח בין הקוים 'a' ו-'b' חוזר למצבו הרגיל (50 עד 60 וולט).

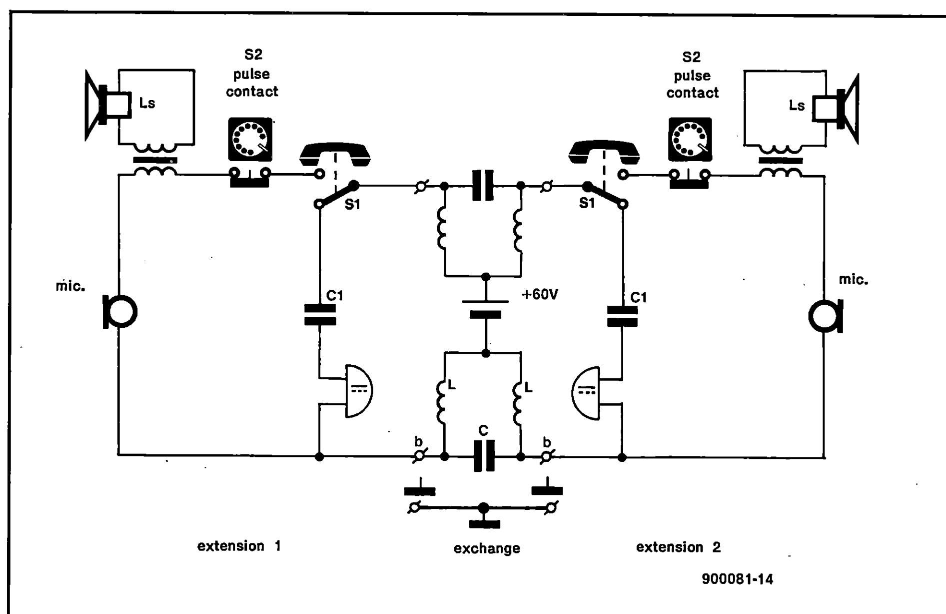
שיחות נכנסות

באיור מס.3 מוצגת פעולת מערכת הטלפון במצב של קבלת שיחה. יודעים על קריאה על ידי שמיעת צילצול הטלפון. המרכזיה קוראת לשלוחה על ידי הזרקת מתח חילופין בן 50 Vpp על הקוים 'a' ו-'b'. בגלל שהאותות על 'a' ו-'b' נמצאים באנטי פזה זה לזה, מתאפשר השימוש בחיווי קולי כלשהוא (בד"כ זמזם או פעמון קטן). הצילצול נמשך עד שהצד הרחוק מרים את השפופרת. אם אין הרמת שפופרת לאחר מספר צלצולים כלשהו הקשר ניתק (במכשיר המוצג במאמר זה, ניתק הקשר לאחר 13 צלצולים). כשהצד הרחוק מרים את השפופרת, מוזרם הזרם שהוזכר לעיל והמרכזיה מקבלת חיווי על כך שהקריאה נענתה. מרגע זה יכולה להתחיל השיחה.

האלקטרוניקה בפעולה

האותות המוצגים באיורים 2a ו-2b מיוצרים על ידי מעגל התאום של מרכזת הטלפונים, ואלו פעולות הבקרה מבוצעות על ידי מחשב ה-BASIC. תפקיד מעגל התאום, ששרטוטו החשמלי מוצג באיור 3, הוא להמיר את האותות הסיפרתיים, הנמסרים על ידי מעגל המיקרו, לרשת הטלפונים, ולהפך. (כלומר, לתרגם את האותות המתקבלים מרשת הטלפונים לאותות בהם יוכל המיקרו לטפל).

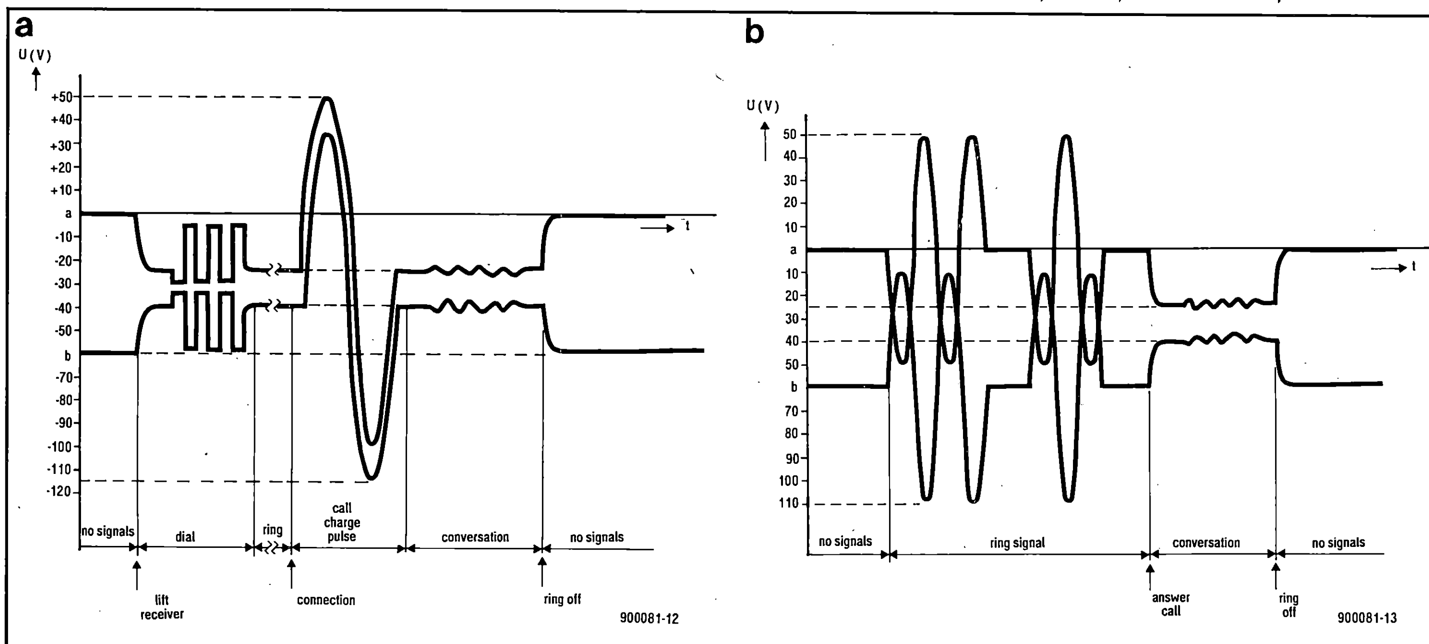
שמונת המעגלים המאפשרים קיום הקשר עם שלוחות הטלפון מוצגים בחלק העליון של



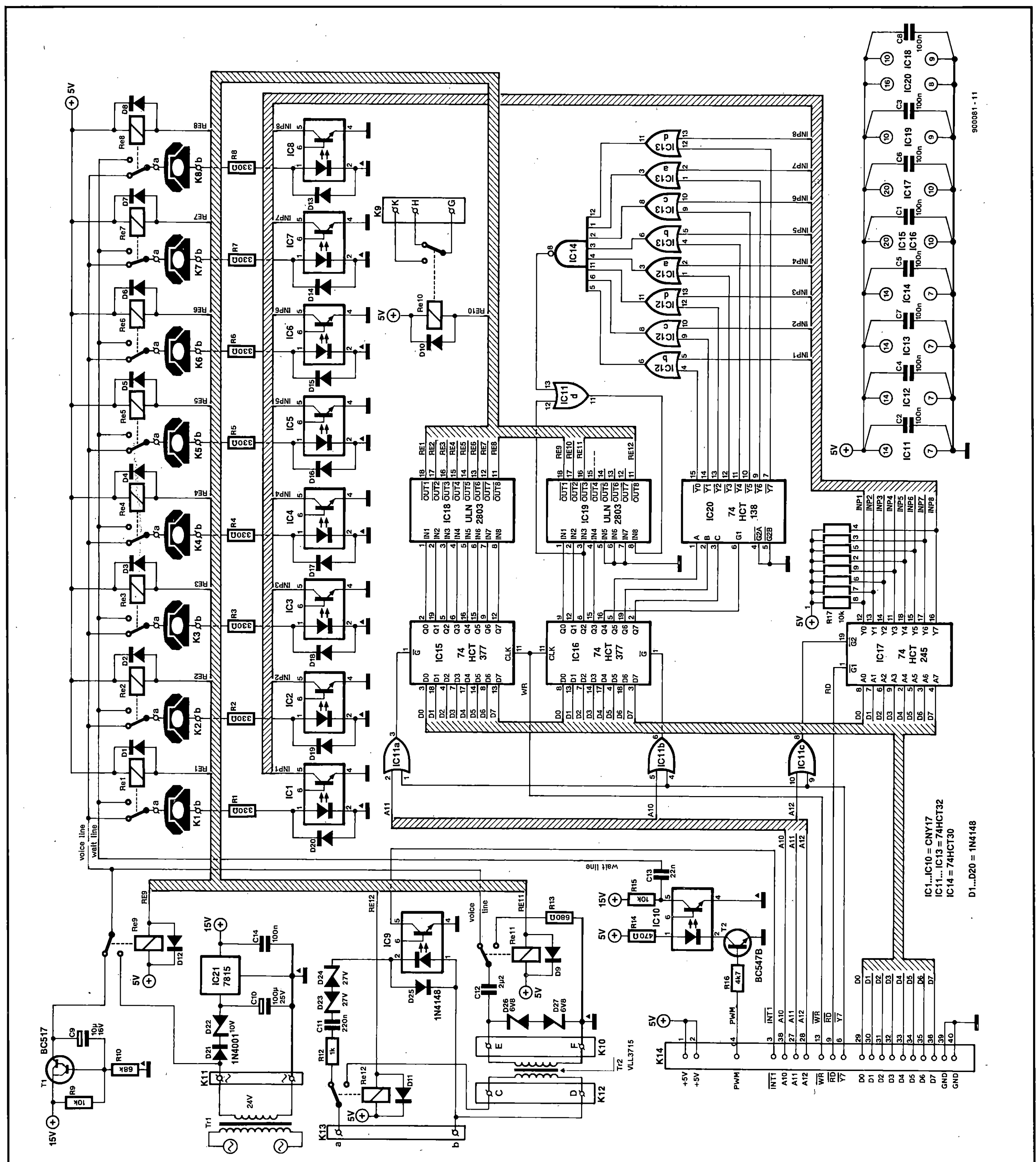
איור 1. תרשים אופן הפעולה הבסיסי של מערכת טלפון בעלת שני גידים.

התרשים החשמלי. השלוחות מחוברות לקו WAIT (המתנה) או לקו VOICE (קול, דיבור). שלוחות משוחחות מחוברות תמיד לקו ה-VOICE, המספק את המתחים הנחוצים. שלוחות שאינן משוחחות מחוברות לקו ה-WAIT ומייצרות צליל תפוס כאשר מורמת השפופרת. ניתן לחייג מספר רק כאשר המרכזיה נמצאת במצב WAIT וכל השלוחות מחוברות לקו ה-VOICE.

הקשר של לוח התאום עם המיקרו מבוצע דרך המחבר K14, המכיל את כל האותות הנחוצים לתקשורת תקינה בין שתי היחידות הללו. האות $\overline{Y7}$, המסופק על ידי מפענח הכתובות במעגל המיקרו משמש למעון המעגלים הלוגיים שעל מעגל התאום. הקו מופעל בכתובות שבין E000H ו-FFFFH. מרחב זה מחולק לשלושה חלקים בעזרת קוי הכתובות A10, A11 ו-A12 הממענים את החוצצים IC15, IC16 ו-IC17 במיקומיהם הנכונים במפת הזכרון. מתקף ה-$\overline{INT}$ המסופק על ידי מעגל התאום מעורר את המיקרו במקרה של קבלת צלצול בקו החיצוני. ה-8052 מחולל את צליל התפוס על קו ה-PWM. המערכת אינה מחוללת צליל חיוג. ניתן לבצע קשר במערכת אם אין נשמע צליל כלשהו באוזניה, בזמן הרמת השפופרת. שאר החיבורים במחבר K14 נושאים אותות מידע, אותות קריאה כתיבה ומתח אספקה. IC15 ו-IC16 הם נועלים המשמשים כאוגרי I/O נוספים, לבקרת פעולות המיתוג האפשריות במרכזיה. למיתוג עצמו משתמשים בממסרים. IC15 הוא אוגר 8 סיביות המבקר את הממסרים Re1-Re8, בתווך החוצצים המוכללים ב-IC18.



איור 2. צורות גלים על קוי הטלפון. באיור 2a נראים מתקפי המניה לצורך חיוב כספי, ובאיור 2b נראה אות הצילצול.



איור 3. תרשים חשמלי של מרכזת הטלפונים. מעגל זה מתחבר למחשב BASIC **הבנוי סביב המעבד** 8052**, באמצעות המחבר** K14.

ממסרים אלו ממתגים את מכשירי הטלפון בין קו ה-WAIT לקו ה-VOICE. שלושת הסיביות הפחות משמעותיות של IC16 ממתגות את הממסרים Re9, Re10 ו-Re11. הראשון (Re9) משמש לחילול אות הצילצול. במצב 'היכון', מחובר הטרנסיסטור T1 לקו ה-VOICE, ומספק לכל הטלפונים את מתחי ההפעלה שלהם דרך קו ה-VOICE. תצורת הגיירטור של הטרנסיסטור מונעת הרכבת אותות דיבור על קו המתח הישר. כאשר ממותג הממסר Re9, כל מתח השנאי מחובר לקו ה-VOICE. כתוצאה מכך יחל הפעמון בטלפון המחובר לקו ה-VOICE לצלצל. הצד הקרוב ישמע את צליל הצלצול כסדרה של זמזומים.

הממסר Re10 משמש כאופציה להרחבה; לדוגמא פתיחת דלת מבוקרת על ידי הטלפון. לשם כך נחוצים שינויים בתוכנית ההפעלה של המיקרו.

הממסר Re11 משמש להעברת קריאה שנתקבלה על הקו החיצוני למנוי כלשהוא ברשת. בזמן

שהמרכזיה משמשת לשיחות פנימיות מוחזק הקו החיצוני על ידי מיתוג Re11.

ביצוע קריאת טלפון

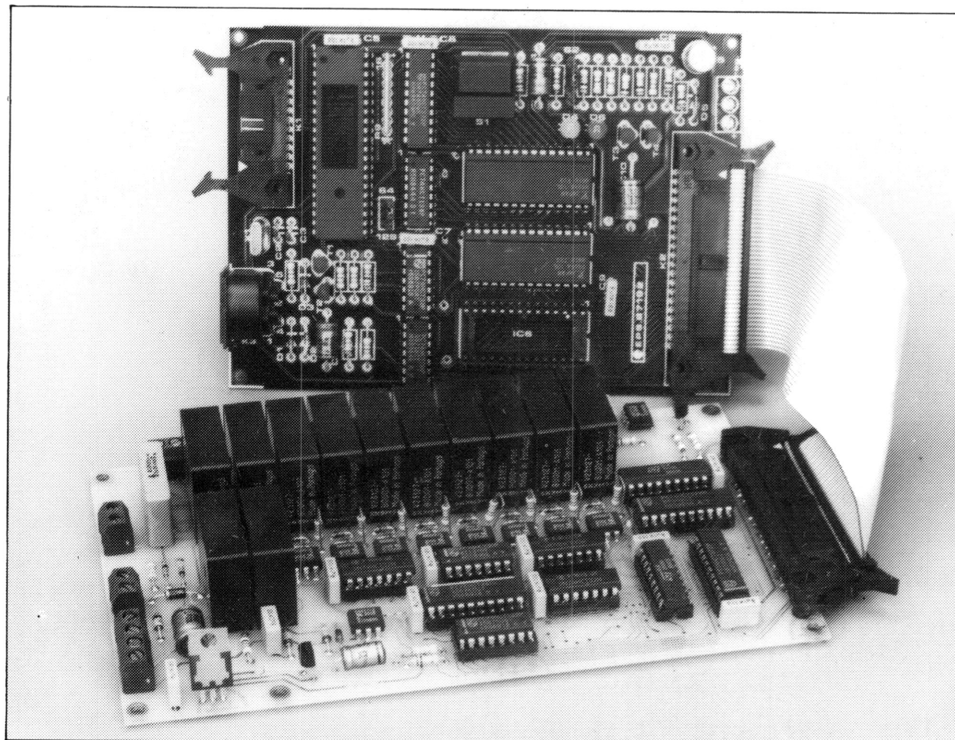
כשמורמת שפופרת באחת השלוחות, לשם ביצוע קריאה, מתחיל לזרום זרם הגורם להדלקת ה-LED שבמצמד האופטי המתאים. כתוצאה מכך קו ה-INP המתאים יורד לאפס. המעבד מזהה את השלוחה המתקשרת על ידי קריאת ה-'0' הלוגי המיוצר ב-IC17, בכתובת EFFFH. לאחר מכן מיוצרת פקודת כתיבה ל-IC15 ו-IC16 (בכתובות FBFFH ו- F7FFH בהתאמה) כדי לחבר את כל שאר השלוחות לקו ה-WAIT. שלוחות אלו אינן יכולות לפעול במצב זה, והרמת שפופרת תגרום להשמעה של צליל תפוס.

המעבד מונה את מתקפי החיוג המיוצרים על ידי הצד המתקשר, באמצעות IC17. המספר הראשון שחוייג קובע את השתלשלות העניינים לאחר מכן. אם חוייג '0', מופעל הממסר Re12, ונבחר הקו החיצוני לשם יצירת קשר עם רשת תקשורת אחרת או עם מרכזיה אחרת. שנאי הקו, Tr2, מחובר לקו החיצוני וכל מתקפי החיוג שלאחר ה-'0' מוזנים לקו החיצוני על ידי תיקתוקי הממסר Re12 הפועל בקצב מתקפים אלו. מגעי הממסר ממתגים בין עכבה נמוכה (שנאי הקו) לעכבה גבוהה (מעגל גלוי צלצול). לאחר אפשור שער ה-OR המתאים (IC12a-IC12d או IC13a-IC13) דרך IC20, מועברים מתקפי החיוג אל מחוץ למרכזיה באמצעות IC11, IC12, IC13 ו-IC14. השער IC11d מבטיח שמתקפי החיוג לא יועברו לקו החיצוני כאשר זה תפוס. פעולה זו חשובה ביותר, כאשר מועברת קריאה שנתקבלה דרך הקו החיצוני לשלוחה אחרת במערכת.

קבלת שיחות נכנסות

גלאי הצלצול הבנוי סביב D23, D24, D25, C11 ו-IC9, מגלה קריאות המתקבלות בקו החיצוני של המרכזת. משנתגלה צלצול שכזה, יוריד IC19 את קו ה-INT1 של המעבד לאפס לוגי. רק שלוחות המורשות לקבל שיחות מהקו החיצוני ישארו על קו ה-VOICE, כל השאר יחוברו לקו ה-WAIT. אות צילצול מוזרק לקו ה-VOICE בעזרת Re9. המערכת מתירה 13 צלצולים עם מרווחים של 2.5 שניות ביניהם. השלוחה הראשונה שנענתה לקריאה תחובר לקו החיצוני. מרגע זה יכולה להתחיל השיחה.

לאחר שנענתה הקריאה החיצונית ניתן להעביר את השיחה לשלוחה אחרת ברשת. כדי לעשות כך, על השלוחה הפעילה להניח את השפופרת בעריסה ולחייג את המספר של השלוחה המבוקשת. הקו החיצוני לא ינותק אלא לאחר שכל השפופרות היו מונחות בעריסותיהן לפחות 5 שניות. בזמן שמוחזק המתקשר בקו החיצוני בהמתנה, מחייגת השלוחה שקבלה את השיחה למנוי אחר ברשת. הקו החיצוני מחובר לשלוחה הנשארת על הקו בזמן שהאחרות הניחו את השפופרות. אם



איור 4. מחשב ה-BASIC ולוח התאום של המרכזיה מוכנים לשמוש.

השלוחה שחייגו אליה אינה עונה לשיחה, ניתן לנסות שלוחה אחרת. בכל מקרה, משך הזמן שהשפופרת מונחת בעריסה אסור שיעלה על 5 שניות. אם אף שלוחה אינה עונה ניתן לחבר מחדש את הקו החיצוני על ידי חיוג המספר העצמי.

בניה

איור 5 מציג את תרשים המעגל המודפס והצבת הרכיבים על המעגל הדו צדדי של מרכזת הטלפונים. המעגל תוכנן כך שיהווה יחידה קומפקטית בשילוב עם מחשב ה-BASIC. חלק גדול יותר של המעגל שמור לממסרים ולמצמדים האופטיים. בהנחה שמשתמשים במעגל שהוכן עבור הפרוייקט, לא צפויה בעיה כל שהיא בבניה, אם תבוצע בזהירות הנדרשת. כדי למנוע קצרים יש הכרח לבצע הלחמות טובות.

שני השנאים יותקנו על לוח VERO נפרד. זה נעשה כדי לא להגדיל את שטח המעגל המודפס של מעגל ההתאמה. (מטעמי מחיר מעגל מודפס). על המעגל הנפרד לשנאים קיים מתח הרשת; לכן, נקוט באמצעי זהירות כמתחייב. המחשב יוזן על ידי מקור מתח נפרד של 5V.

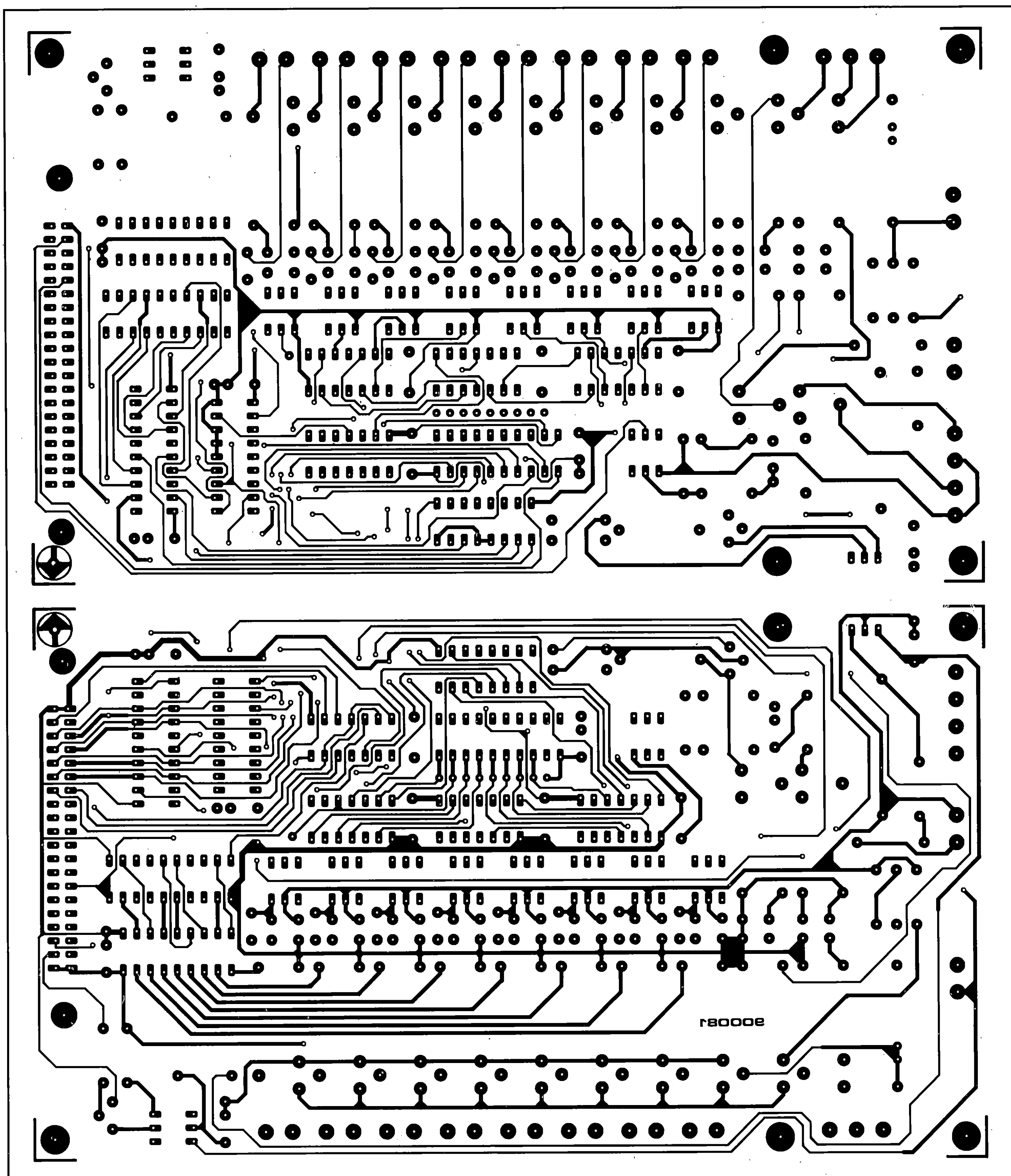
מכשירי הטלפון והשנאים מתחברים למעגל באמצעות נקודות חיבור, המבודדות על ידי חומר פלסטי או קרמי. המגעים של הממסר (האופציונאלי) Re10, זמינים על המחבר K9 לצורך ניסויים.

הבניה ואופן הפעולה של מחשב ה-BASIC אינם מתוארים כאן. בדבר פרטים נא עיין במקורות מס. 1 ומס. 2. יש צורך לבצע שנוי קטן במעגל הקיים ביחס לאותות PWM, Y7, ו-INT1. אותות אלו אינם קיימים במחבר ההרחבה של מעגל המחשב. שלושה חוטי חיבור יפתרו בעיה זאת. חבר פין 3 של K2 (אות INT1) לפין 10 של K1. לאחר מכן חבר פין 4 של K2 (אות PWM) לפין 15 של K1. לבסוף, פין 8 של K2 (האות Y7) לפין 7 של IC3 (74HC138). בגלל שחוטים אלו מחוברים לפינים שלא היו בשימוש ב-K2, הם אינם משפיעים על מהלך העבודה הרגיל של מחשב ה-BASIC.

שני המעגלים מתחברים ביניהם באמצעות צמה שטוחה קצרה שאליה מחוברים מחברי IDC. מחברים את K2 בצד המחשב ל-K14 במעגל ההתאמה. המרכזת מוכנה לשמוש לאחר הכנסת EPROM המערכת לתוך התושבת המתאימה בלוח המחשב, וביצוע RESET.

תוכנת הבקרה

תוכנה היא דבר הכרחי בכל מערכת המבוססת על מיקרו מעבד. תוכנית הבקרה למרכזת הטלפונים רשומה ב-BASIC עם שפע של הערות הסבר. כפי שכבר צויין, התוכנה מסופקת בתוך EPROM. אלו מביניכם שרוצים לשנותה יכולים להעזר במסוף או במחשב PC, אשר יחובר למחשב ה-BASIC. השעה את התוכנית על ידי הקשת control-C. לאחר מכן צפה בתוכנית ההפעלה של המרכזת על ידי הקשת פקודת LIST. בצע שנויים לפי רצונך, ולבסוף הרץ את התוכנית המתוקנת (על ידי פקודת RUN) כדי לודא שהיא מתבצעת בהתאם לשנויים שערכת. במדריך המתאים של חברת INTEL ניתן למצוא את תחביר הפקודות של המפרש (INTERPRETER) של ה-8052. סקירת בעיות שעלולות להווצר בתקשורת בין המסוף או



איור 5a. תרשים המוליכים על לוח המעגל המודפס הדו-צדדי, בעל ציפוי החורים.

מחשב PC לבין מחשב ה-BASIC, וגם פתרונות מתאימים, ניתן למצוא במקורות מס. 1 ומס. 2. להלן ניתן תאור קצר על תפקוד השגרות הראשיות בתוכנית הבקרה:

- ◆ מספר פנימי של מנוי ברשת מתחיל בספרה '1', כלומר, מספרי הטלפון של השלוחות ברשת הם 11 עד 18.
- ◆ המערכת מאפשרת 10 קודים מקוצרים לחיוג מספרים חיצוניים. קודים אלו מתחילים תמיד בספרה '2', ומסתיימים בספרה '0' עד '9' (כלומר, המספרים 20 עד 29).
- ◆ הקודים לחיוג מקוצר מוכנסים לזכרון כדלקמן. הקש '3', לאחר מכן מספר הקוד (0-9) ולבסוף מספר הטלפון החיצוני. המעבד מאחסן את הקודים ואת המספר המיוצג על

איור 5b. תוכנית הצבת הרכיבים.

רשימת רכיבים

נגדים:

8	330Ω	R1-R8
2	10KΩ	R9 ;R15
1	68KΩ	R10
1	1KΩ	R12
1	680Ω	R13
1	470Ω	R14
1	4K7	R16
1	SIL array 8x10KΩ	R17

קבלים:

9	100nF	C1-C8 ;C14
1	10uF 16V	C 9
1	100uF 25V	C10
1	220nF	C11
1	2u2 100V	C12
1	22nF	C13

מוליכים למחצה:

10	CNY17	IC1-IC10
3	74HCT32	IC11;IC12;IC13
1	74HCT30	IC14
2	74HCT377	IC15;IC16
1	74HCT245	IC17
2	ULN2803	IC18;IC19
1	74HCT138	IC20
1	7815	IC21
1	BC517	T1
1	BC547B	T2
21	1N4148	D1-D20;D25
1	1N4001	D21
1	10V 0.4W zener diode	D22
2	27V 0.4W zener diode	D23;D24
2	6V8 0.4W zener diode	D26;D27

1 EPROM
עם תוכנית בקרה עבור מחשב BASIC.
קוד הזמנה ESS 5941

שונות

12 מחברים דו דרכיים למעגל מודפס	K1-K8
	K10-K13
1 מחבר תלת דרכי למעגל מודפס	K9
1 מחבר 40 פינים בעל זרועות שליפה צדדיות	K14
12 ממסר SPDT להתקנה על מעגל מודפס דגם SIEMENS V2317-B0001-A101	Re1-Re12
1 שנאי רשת בעל מתח מוצא של 24V, 3.3VA.	Tr1
1 שנאי תאום לקו טלפון	Tr2
1 מעגל מודפס	900081

ידי הקוד לאחר שהונחה השפופרת. כל הקודים ניתנים לשימוש על ידי כל השלוחות ברשת. הקודים ניתנים לשנוי בכל זמן על ידי כל אחת מהשלוחות.

◆ שלוחה כלשהיא ניתנת לחסימה בפני קבלת שיחות מהקו החיצוני על ידי חיוג '5'. ביטול החסימה מבוצע על ידי חיוג '6'.

התפקוד של המספרים '4', '7', '8', ו-'9' אינו קבוע, יחד עם זאת קיימות בתוכנית שגרות המתייחסות למספרים אלו. מספר '8' יכול לשמש להפעלת הממסר Re10, והספרה '9' לכבוי הממסר. כדי שתוכל לבצע זאת יש לערוך שנויים בתוכנה, לבדוק, ולאחר מכן לצרוב EPROM חדש. ■

מקורות:

1.BASIC computer. *Elektor Electronics* November 1987
2. ROM-copy for 8052-BASIC computer. *Elektor Electronics* September 1990.
3. Dual-tone multy-frequency (DTMF) decoder. *Elector Electronics* May 1989

הערה חשובה

אין לחבר לרשת הטלפונים הארצית את המרכזת שתוארה כאן, ללא אשור מוקדם מהרשויות המוסמכות.

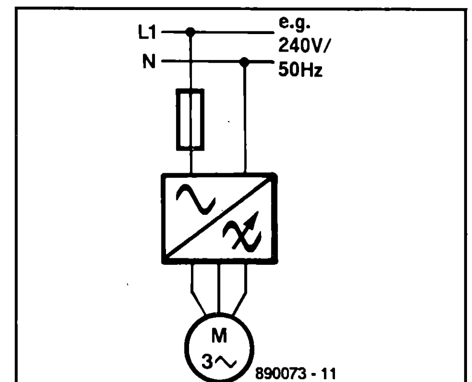
בקרת מהירות למנועים תלת פאזיים

מאת F. P. Zantis

מנועים תלת מופעיים (תלת פאזיים), ובמיוחד המנועים האסינכרוניים, הינם מנועים אמינים מאוד ובעקבות זאת שכיחים מאוד כמניעים בסיסיים במערכות שונות. בכל זאת, ישנה מגרעת למנועים האלה, והיא מהירותם הקבועה, התלויה בתדירות ובמתח המסופקים להם. מאמר זה מתאר אמצעי המאפשר שינוי של התדירות, וע"י כך - שליטה על מהירות המנועים בתחום רחב.

עד לפני זמן לא רב ניתן היה לשלוט בתדירות המתח המסופק למנועים תלת מופעיים רק ע"י ממיר סיבובי. פיתוחם של רכיבי הספק מוליכים למחצה, אפשרה התפתחותם של משני תדירות קבועים, המשנים את מתח החילופין בתדר נתון, לתדר שונה. רכיבים אלה יכולים אף לשנות את מספר המופעים (פאזות); לדוגמה: מזרם חד מופעי לזרם תלת מופעי.

לבד מהשימוש במנועים, משני התדירות הללו שימושיים כגיבוי וכספקי כוח לחירום, ובבקרה



איור 1. הצגה סכמטית של הפעלתו של מנוע תלת-מופעי מאספקת רשת חד-מופעית באמצעות משנה תדירות.

במעגלי מתנד שונים. ביישומים אלה, התחום הרחב של מתח המוצא הישר ממצברים הופך למתח חילופין קבוע במתחו ובתדירותו.

משנה תדירות לבקרת מהירות של מנוע תלת-מופעי חייב להיות בעל מתח מוצא ותדירות משתנים. שינויים יחסיים במתח ובתדירות, המסופקים למנוע, מאפשרים שינוי במהירות המנוע תוך שמירה על מומנט קבוע, כפי שמראה איור 1 באופן סכמטי.

בקרת מהירות נותנת הרבה יתרונות, כמו: חיסכון באנרגיה, הקטנה בעלויות התחזוקה, ואופטימיזציה או גמישות, בתפעול.

משני תדירות

כל משני התדירות פועלים על אותו העיקרון: מתח הרשת המסופק (בד"כ 240V או 415V, בתדר של 50Hz) מיושר, מסונן ומסופק למנוע דרך ממיר (ממתח ישר למתח חילופין), כפי שמוצג באיור 2 באופן סכמטי.

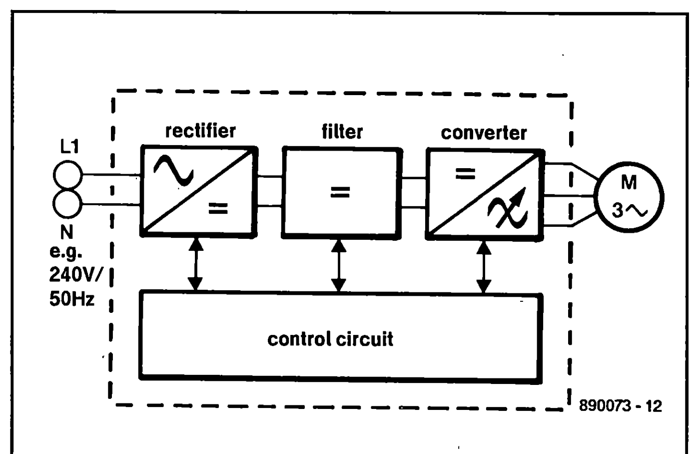
המבנה של הדרגות השונות תלוי בסוג משנה התדירות. לדוגמה: דרגת ההספק של משנה תדירות קטן מופיעה (בהפשטה) באיור 3.

המיישר הוא בד"כ מיישר גשר רגיל. מקור המתח מועמס רק בזרם הנידרש, עצמאי מתלות במנוע. זה מאפשר מקדם הספק טוב אשר למעשה הינו קבוע (בד"כ cosϕ=0.97) בכל תחומי ההעמסה והמהירות.

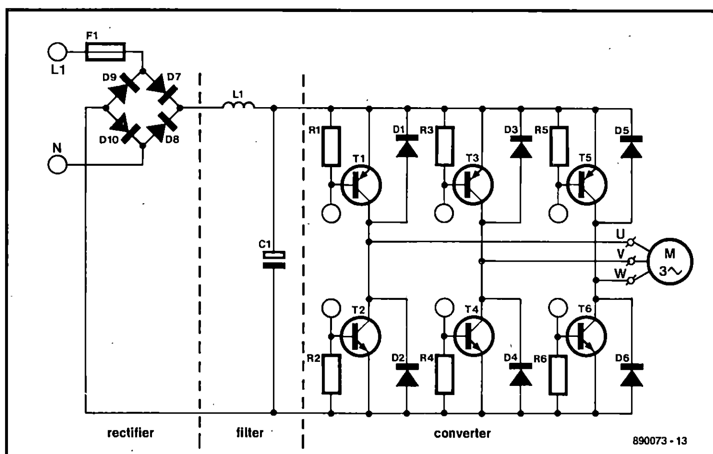
מעגל הסינון הוא בד"כ מסנן LC (מעביר תדרים נמוכים), אשר עכבתו מגינה בפני שינויים וקפיצות מהרשת. הקיבול הגדול הנידרש בעומסים גדולים, מושג ע"י חיבור קבלים אלקטרוליטיים למתח גבוה במעורב-בטור ובמקביל, כפי שמופיע באיור 4. נגדים מותאמים מבטיחים חלוקה נכונה של המתח.

הממיר בנוי משלושה זוגות של טרנסיסטורים המסודרים במבנה כוכב. שלוש הפאזות של המנוע מחוברות ברווחים של 120 מעלות בהתאמה, אל המגעים החיובי והשלילי של המסנן, כך שנוצר שדה מתחלף, שמקורו במנוע. בקרה מתאימה לממיר מאפשרת קבלת בקרה חלקה ומדוייקת של התדר. באופן כללי, מנועים תלת מופעיים ניתנים להפעלה עד כפליים מהמהירות המקורית הנקובה. לדוגמה: מנוע ארבע קוטבי, תלת-מופעי יכול להיות מופעל עד למהירות של 3000 סל"ד. מהירות כזו אינה ניתנת להשגה רק ע"י שינוי התדירות.

ע"מ להשיג מומנט קבוע, השטף המגנטי בסטאטור חייב להיות קשור לתדירות העבודה. לכן, מתח המנוע צריך לעלות או לרדת לפי הצורך, ביחס



איור 2. דיאגרמת מלבנים של משנה תדירות.



איור 3. מעגל בסיסי של דרגת ההספק של משנה התדירות הקטן.

ישר לתדירות. כאשר התדירות גבוהה יותר מהתדירות הנקובה של המנוע (50Hz), המתח לא יכול לעלות, היות ומשנה התדירות אינו יכול לייצר מתח גבוה יותר מזה המסופק. זה גורם לירידה בשטף המגנטי ובשל כך לירידה במומנט. הפעלה בתדירות גבוהה מזו הנקובה על המנוע אינה אפשרית, לכן, במומנט הנקוב של המנוע.

היחסים הבסיסיים בין התדירות המסופקת f_S, היחס בין מהירות המנוע הנוכחית לבין זו הנקובה עליו, n/n_r, והיחס בין המתח הנוכחי על המנוע לבין זה הנקוב עליו U/U_r, באים לידי ביטוי באיור 5, בעוד שהיחס בין n/n_r והיחס בין המומנט הנוכחי לבין זה הנקוב על המנוע, M/M_r, בא לידי ביטוי באיור 6.

לפני דרגת ההספק של הממיר ישנה דרגת בקרה, אשר, בין השאר, כוללת את האלקטרוניקה לייצור השדה המשתנה לייצור התדירויות השונות. שני מעגלים בסיסיים לייצורו של שדה זה מופיעים באיור 7: שניהם מקדמי מופע סיפרתיים.

איור 7a מספק תדר מיוצב לבקרת מונה סיבובי (טבעתי). יציאותיו של מונה זה מחוברות למפענח BCD (בינארי לעשרוני). האותות, שהמופע שלהם מוזז ב-120° בהתאמה בין האחד לשני, והדרושים לדחיפת רכיבי ההספק המוליכים-למחצה, מופיעים במוצא של שלושת הדלגלגים. המעגל שבאיור 7b הוא פשוט יותר, היות ואינו מכיל מפענח BCD. שערי ה"גם" (AND) מונעים פעולה במצב לא קביל, אולם, ללא כל השפעה על מעגל קידום המופע.

בתדר של 50Hz עבור השדה המשתנה, השעון של שני המעגלים שבאיור 7 יהיה 300Hz.

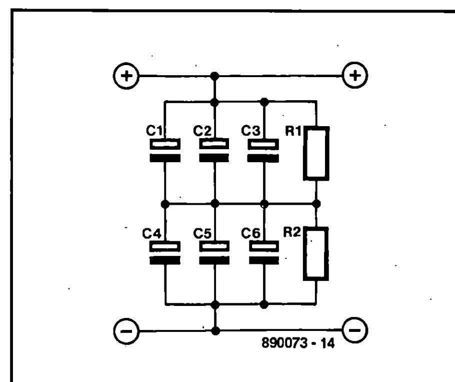
חלק מייצרני המוליכים למחצה מספקים מעגלים משולבים מיוחדים לייצור השדה המשתנה, אולם, במשני תדירות משובחים מוכנסים מיקרו-מעבדים למטרה זו.

כפי שכבר נאמר, מוצא המתח חייב לעלות ביחס ישר לתדירות. ישנן מספר דרכים לשנות את מתח המוצא; שתי הדרכים החשובות ביותר הינן: איפנון-פולס-אמפליטודה - PAM, והאחרת- איפנון פולס-זמן - PDM, אשר יתוארו בהמשך.

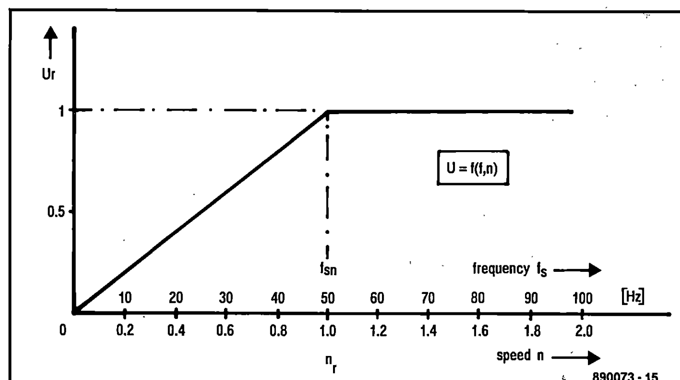
איפנון פולס-אמפליטודה

שיטת ה-PAM לשינוי מתח המוצא מורכבת מקוצץ (מתג אלקטרוני), המחובר למסנן הנפתח ונסגר ביחס קבוע מראש ע"י דרגת בקרה (ראה איור 8). כתוצאה מכך מתקבל מתח ישר היחסי למקדם של אות מעגל הבקרה.

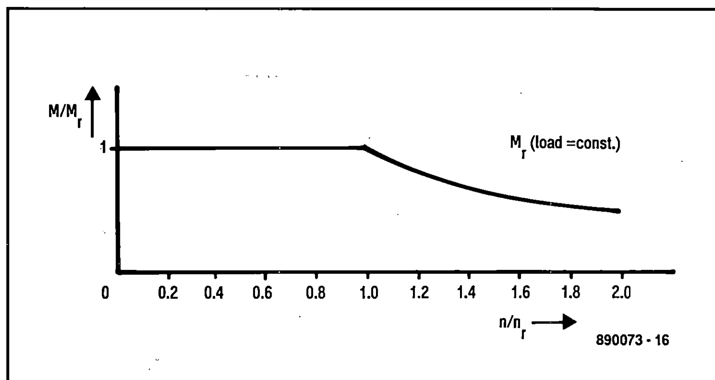
רמת המתח ניתנת לשינוי באופן יחסי לתדירות, כך שישמר יחס קבוע בין מתח המוצא לתדירות המוצא עבור מנוע 400V. יחס זה חייב להיות 400:50Hz=8V per Hz. בסוג ווסת המהירות המתואר כאן, מתח המוצא מורכב משישה מתקפים לכל מחזור (ראה איור 9.) מתח זה אינו סינוסי, והוא מכיל, פרט למרכיבי התדירות הבסיסית, מספר הרמוניות, כשהחשובות ביותר הן: החמישית, השביעית, האחת-עשרה והשלוש-עשרה. הרמוניות אלה גורמות למנוע לייצר מומנטים מזויפים, הגורמים להפסדי הספק



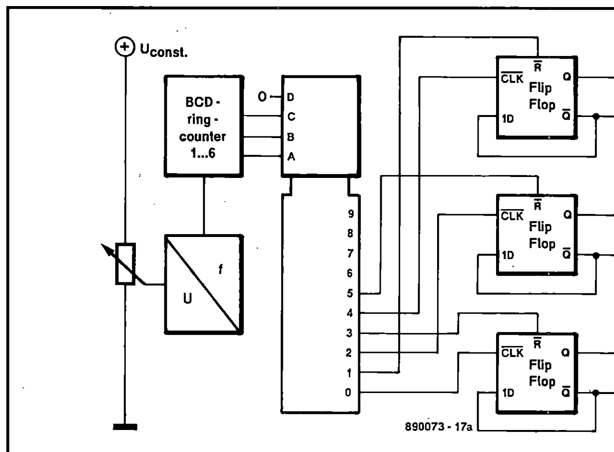
איור 4. קיבול המסנן יכול להיות מורכב מקבלים קטנים בחיבור טורי ומקבילי.

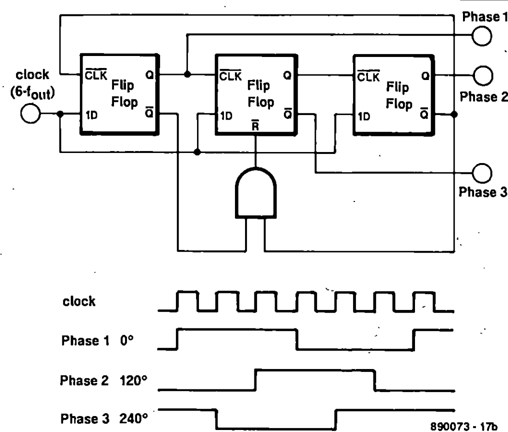


איור 5. עקומת אפיין מתח המנוע ביחס למהירות הסיבוב וביחס לתדירות.



איור 6. אפיין המומנט.





איור 7. שני תיכנונים אפשריים לשימוש במחולל תלת מופעי. שניהם מחוללים שלושה אותות, שהמופע של כ"א מהם מוסט ב-120° ביחס לשני האחרים.

נוספים. בשל עכבתו של סטאטור המנוע, הזרם דרך המנוע הינו יותר סינוסי מהמתח. צורת הגל משתפרת, כאשר המתח נבנה ממספר רב של מתקפים למחזור. לדוגמה- כאשר ישנם 18 מתקפים למחזור, מתח המוצא והזרם הינם בעלי צורה כפי שמוצג באיור 10. רמת ההרמוניות קטנה יותר, כך שפעולת המנוע חלקה יותר.

וסת התדירות הפועל בשיטת PAM יכול להיות מתוכנן עם מיישר מיוצב במקום קוצץ כפי שנראה באיור 11. רמת המתח במסנן יכולה להשתנות ע״י בקרה של זוית המופע. המגרעת העיקרית של שיטה זו, היא המשוב למקור המתח הראשי, אשר בא לידי ביטוי במקדם הספק נמוך וברמת הרמוניות יחסית גבוהה. חייבים לסנן הרמוניות אלו, אחרת יהיו לנו ״צרות״ עם חברת החשמל בשל מקדם הספק לא מתאים.

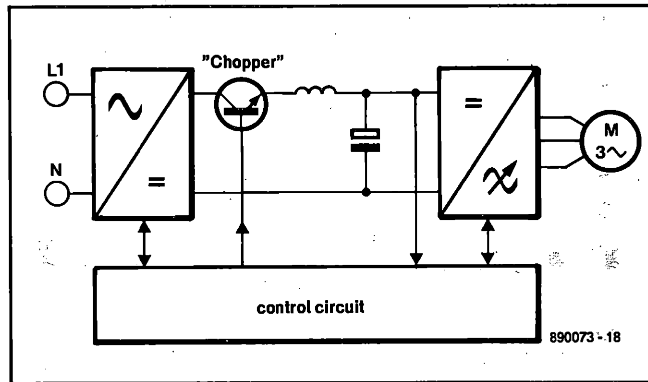
איפנון מיתקף-מחזור

בווסתי תדירות העושים שימוש באיפנון מיתקף-מחזור אין קוצץ או מיישר מתח מיוצב, כך שהמתח במעגל הסינון הינו די יציב ותלוי במתח האספקה ובעומס. התנופה וצורת הגל של מתח המוצא נקבעת אך ורק ע״י רוחב המתקפים שבמהפך. בבסיס שיטת האיפנון הזאת עומדת ההשוואה בין אות משולש לאות סינוסי. התדירות של האות המשולש היא גבוהה יותר מזו של אות הסינוס (ראה איור 12.). ״רכבת״ המיתקפים המתקבלת הינה אמצעי הבקרה שלנו. כמקודם, בשל פעולת האינטגרציה של השראות הסטאטור, הזרם הינו סינוסי לכל השימושים המעשיים.

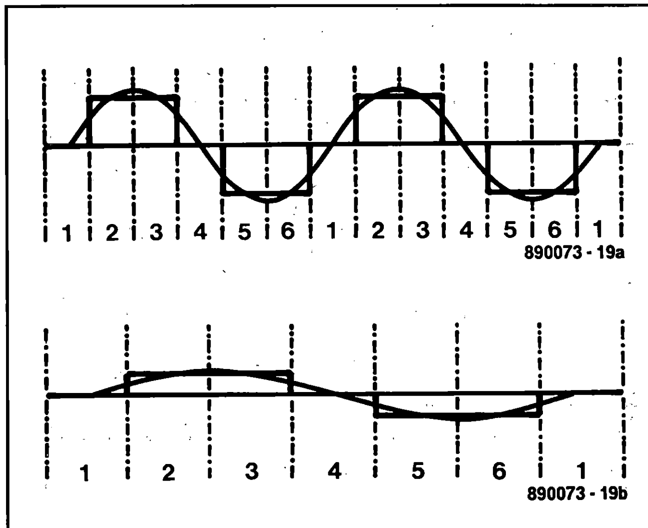
התיכנון והביצוע של מעגל הבקרה מופשטים בהרבה ע״י הזמינות של מעגלים משולבים, אשר מכילים בתוכם את המשווה, מחולל גל הסינוס ומחולל הגל המשולש. ושוב, גם כאן התיכנון יכול להתבסס על שילוב של מיקרו-מעבד.

התדירות של המתח הסינוסי קובעת את תדירות המוצא של ווסת המהירות ובכך את מהירות המנוע. כאשר התדירות של הגל המשולש הינה קבועה, המיתקפים מיוצרים בתלות בתדירות המוצא. בתדירויות מוצא נמוכות, מספר המיתקפים למחזור הוא יחסית גבוה, וגורם לזרם כמעט סינוסי דרך המנוע. כאשר תדירות המוצא גבוהה, צורת הגל של זרם המנוע מעוותת.

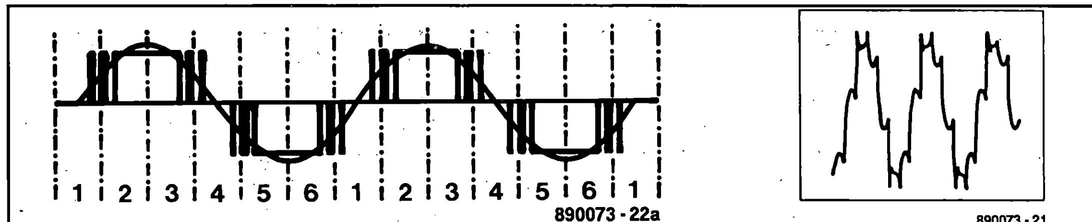
טרנסיסטורי מיתוג למתח גבוה ניתנים לשימוש בדרגת ההספק של המהפך, כל עת שהספק המוצא אינו גבוה מ-50kVA. ניתן להשיג אצל מספר



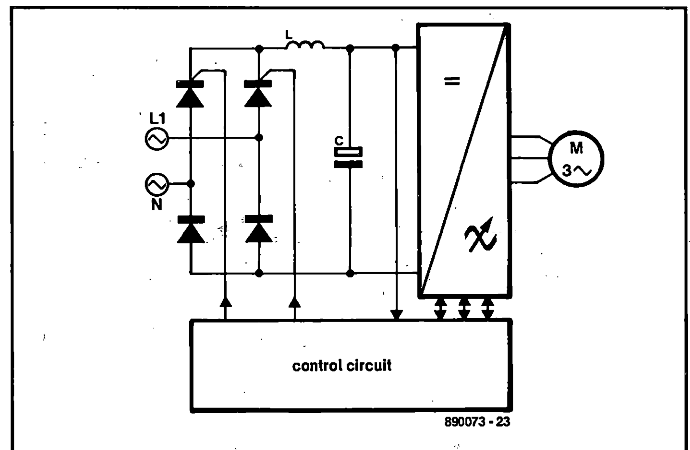
איור 8. ווסת מהירות לפי עקרון איפנון מיתקף-תנופה.



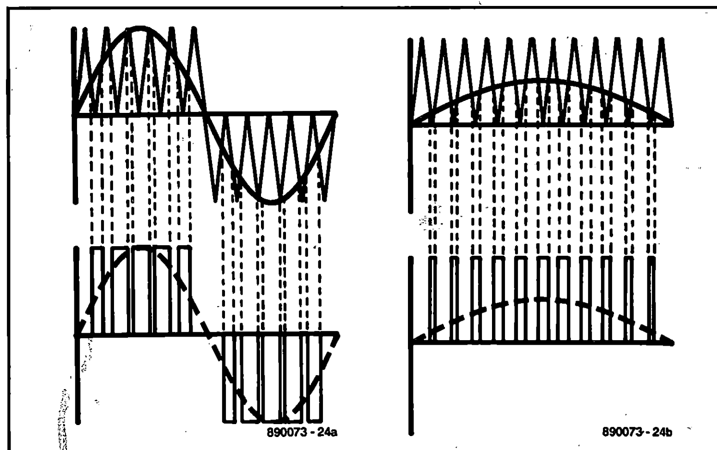
איור 9. מתח המוצא של וסת המהירות בשיטת PAM, המורכב מ-6 מתקפים למחזור: (a) במירב מתח מקור ותדירות; (b) במחצית ממירב מתח המקור והתדירות.



איור 10. מתח המוצא של וסת התדירות PAM המורכב מ-18 מיתקפים למחזור (a) והזרם המתאים (b).



איור 11. וסת תדירות PAM עם מיישר מבוקר.



איור 12. מתח המוצא של וסת תדירות PDM: (a) במירב מתח המקור והתדירות; (b) במחצית ממירב מתח המקור והתדירות.

יצרנים מארזים הבנויים מ-6 טרנסיסטורים, הדרושים לגשר עבור המעגל התלת-מופעי.

כאשר הספק המוצא עולה על 50kVA, יש להשתמש בטריסטורים. איור 13 מראה (ערוץ אחד מתוך שלושה זהים) מעגל חד-מופעי של דרגת ההספק של מהפך, המבוסס על טריסטורים. שני הערוצים הנותרים זהים לחלוטין לראשון. היות והטריסטורים לא ניתנים למיתוג פשוט יש להוסיף מספר רכיבים למעגל.

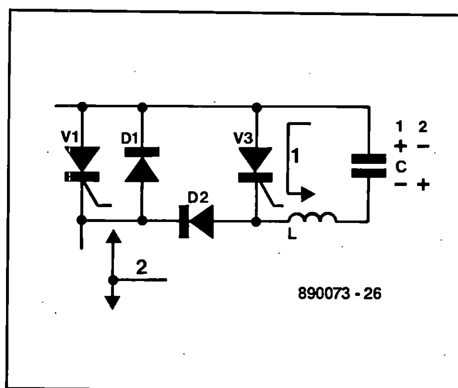
בכל אחד מהערוצים הנ"ל ישנם ארבעה טריסטורים כאשר שניים מהם Th1, ו- Th2, ממתגים את הזרם דרך המנוע. שני האחרים, Th3 ו-Th4 נידרשים לצורך ביצוע תהליך מיתוג (Commutation) אשר יתואר להלן.

תהליך המיתוג (Commutation)

במשך קיומה של הולכה קידמית, כל צמתי הטריסטור הינם תחת ממתח קידמי. ע"מ להיות מסוגלים למתג את הרכיב, יש לפנות את כל נושאי המיטען , פעולה אשר נעשית בד"כ ע"י חיבור מתח בקוטביות הפוכה על הטריסטור, תהליך הידוע כ-Commutation. התהליך יתואר בעזרתו של המעגל המופיע באיור 14, אשר הינו למעשה פרט מאיור 13.

המעגל המופשט שבאיור 14. מורכב משני טריסטורים, רשת המרה מסוג LC ושתי דיודות. ע"מ למתג (לכבות) את Th1, על Th3 להיות מופעל. בתחילה קבל C ניטען (1). זה גורם למתח סינוסי במעגל ה-LC במחצית המחזור הראשונה של הזרם דרך Th3, אשר נפתח. כאשר הזרם מגיע לאפס, Th3 ניסגר והקוטביות של הקבל C מתהפכת (2). המחצית השניה של המחזור זורמת דרך הדיודה ודרך Th1 או דרך המנוע. להרף עין אין זרם המנוע זורם דרך מעגל ה-LC, ואין כל זרם דרך Th1, והוא מתנתק. שאר הרכיבים באיור 14 מגינים על רכיבי ההספק, המוליכים למחצה, או נידרשים להכנת תהליך המיתוג (Commutation).

היות ופעולתו של ממיר מסוג זה תלויה במתח



איור 14. מעגל מיתוג (Commutation) מופשט (פרט מאיור 13).

שעל פני המנוע, מכונה הממיר -ממיר מתח. רמת הזרם דרך המנוע תלויה באופן מוחלט בעומס על המנוע.

ניתן לבסס את וסת התדירות על עיבוד של הזרם, אשר ניקבע ע"י העומס ע"ג המנוע והקובע את המתח על המנוע. סוג זה של וסת קרוי: וסת תדירות על בסיס זרם.

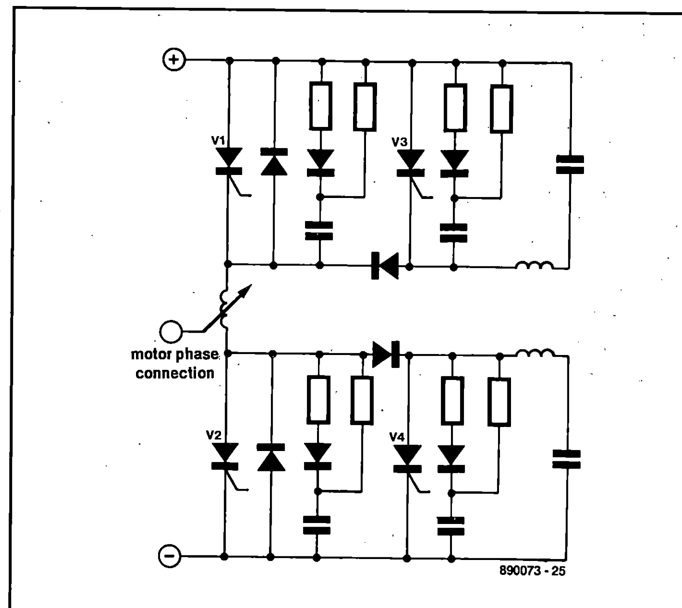
התיכנון של דרגת ההספק של וסת המהירות מבוסס הזרם מובא באופן מופשט באיור 15.

שים לב לכך שהמסנן אינו כולל קבל. המיישר המיוצב בהדקי הכניסה קובע את ערך ה-r.m.s. של הזרם דרך מעגל הסינון. המשרן מחליק את הזרם הישר לפני שהוא מוזן לסטאטור של המנוע. הזרם דרך המסנן מפוצל במהפך באופן, שיאפשר קיומו של השדה המישתנה. הזרם דרך המנוע והמתח שעל פניו ניראים באיור 16. שים לב, שבסוג זה של וסת תדירות, צורת הגל של הזרם הינו גל ריבועי, בעוד שהמתח הינו כמעט סינוסי.

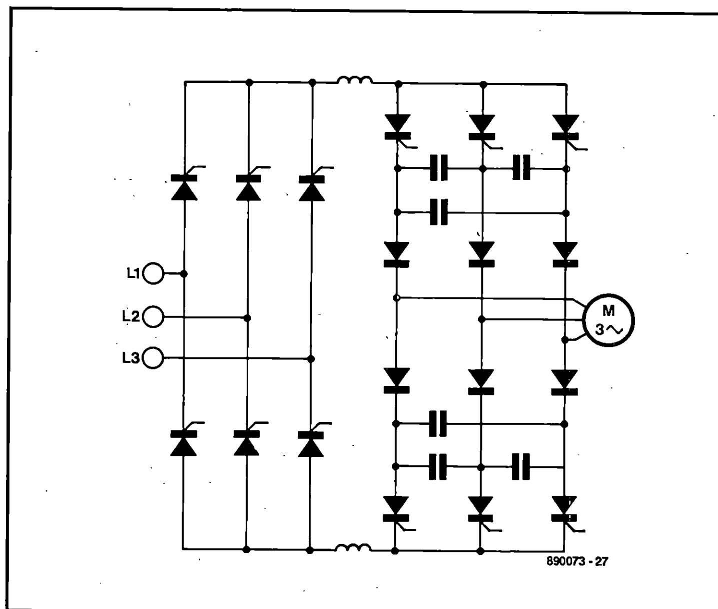
בווסת תדירות מבוסס זרם, מקדם ההספק בקצה המבוא אינו קבוע בשל המיישר המיוצב, אלא, משתנה בהתאם לעומס. יתרה מכך, סוג זה של וסת תדירות אינו יכול להיות בשימוש בהפעלה מקבילה במנועים, בשל העובדה שקבל המיתוג (Commutation) בממיר חייב להיות מותאם לנתוני המנוע.

היות ובסוג זה של וסת תדירות, המנוע מהווה חלק ממעגל המיתוג, הרי שווסת תדירות כזה, בניגוד לווסת המבוסס על שינוי מתח, אינו יכול לפעול ללא חיבור למנוע. מצד שני, התיכנון של ממיר כזה, עבור וסת תדירות המבוסס על זרם, הינו פשוט יותר מזה של וסת תדירות המבוסס על מתח. יתרה מכך, תהליך המיתוג (Commutation) מתקבל בפשטות ע"י הממיר וע"י השדה המישתנה של המנוע, מבלי להזדקק לרכיבים נוספים.

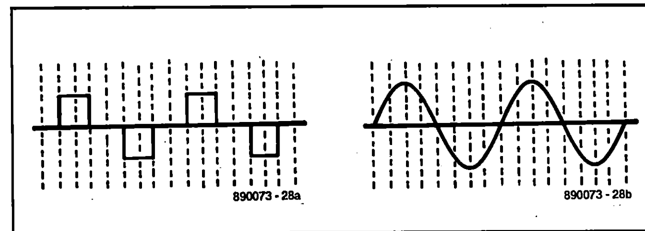
בכל אופן, היתרון הגדול של ווסת התדירות מבוסס-הזרם אינו פשטות התיכנון, אלא, האפשרות לקבלת משוב מהמנוע אל מקור המתח מבלי להזדקק לתוספת רכיבים. כאשר המנוע פועל כמחולל, הזרם דרכו מתהפך, ומוזן למיישר המיוצב דרך מסנן ההחלקה. אז פועל המיישר



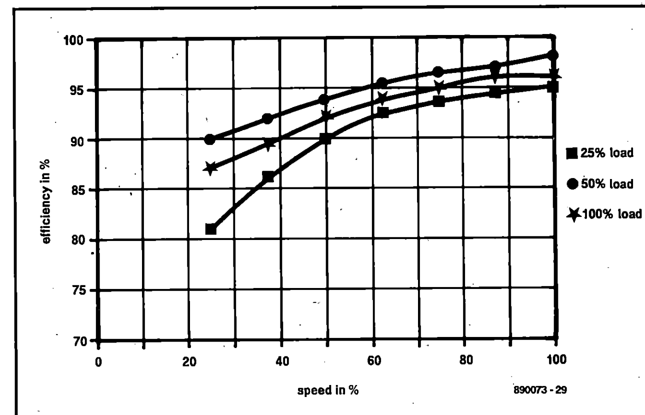
איור 13. שרטוט מעגל של מופע אחד (מתוך שלושה) בווסת תדירות המבוסס על טריסטור, הקרוי גם וסת תדירות מבוסס מתח.



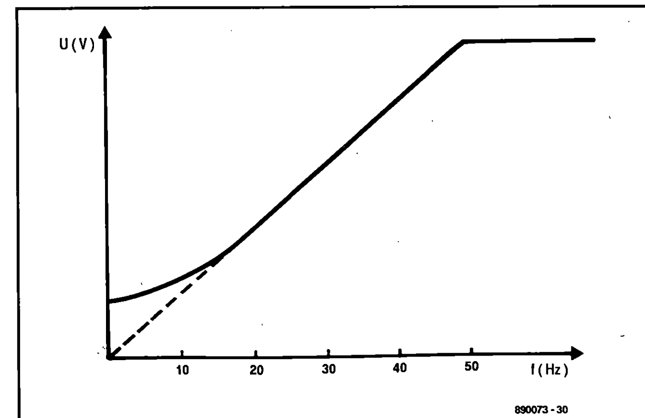
איור 15. תרשים מעגל דרגת ההספק של וסת תדירות מבוסס זרם.



איור 16. המתח והזרם במנוע התלת מופעי המופעל בעזרת משנה-תדירות המבוסס על זרם



איור 17. עקומת נצילות אפינית של משנה תדירות המבוסס על מתח.



איור 18. אפיין מתח מוצא בתלות בתדירות, כשהמתח מועלה בתדירויות נמוכות.

כמהפך, אשר מחזיר את ההספק לכניסה.

נצילות

הנצילות של ווסתי התדירות המודרניים הנדונים במאמר זה הינה גבוהה: בתלות בתיכנון ובטכנולוגיה בה עושים שימוש, הנצילות נימצאת בין 93% ל-97%. עקומת נצילות אופיינית של ווסת תדירות מבוסס מתח, העובד עם עומסים שונים מובאת באיור 17.

סה"כ ההפסדים כוללים הפסדים בדיודות, בטריסטורים, במשרנים ובדרגות הבקרה. בכל אופן, רוב ההפסד מתקבל בעת תהליך המיתוג (Commutation). סה"כ ההפסדים תלוי, אם כן, במספר המיתוגים למחזור. למרות שקצב מיתקפים גבוה מקטין את ההרמוניות, הוא מגדיל את הפסדי ההספק. בתדירות מתחת ל-10Hz, מפל המתח על התנגדות ליפופי המנוע מקטין את השטף והמומנט. בנסיבות אלה ניתן לקבל פיצוי לכך ע"י העלאת מתח המוצא ביחס הגדול מיחס ישר, כפי שמובא באפיינים שבאיור 18.

שונות

כאשר אתה מאמץ לך דרישות משלך להבחנה ולדיון ממאמר זה, זכור שמספר רכיבים הנראה הינם עבור עומסים גדולים מאוד. בשום מיקרה אין לחבר את הקבל שבמעגל הסינון למקור המתח או למקור מתח גבוה ישירות, היות וברגע של ההפעלה הראשונה נוצר קצר. קבל גדול כזה חייב להיטען דרך נגד מתאים; רק כשהקבל ניטען ניתן לחברו למתח המקור וגם אז דרך מעגל הגנה מתאים.

הפוטנציאל על מסנן ההחלקה עולה לערך השיא של מתח המקור. הקבל/ים ישארו טעונים גם לאחר שמתח המקור נותק.

תהליך המיתוג יוצר שיאי מתח גבוה אשר יש להתחשב בהם במשך בדיקות ומדידות המבוצעות במעגל.

ככלל: כל הרכיבים בדרגת ההספק הינם בעלי פוטנציאל יחסית לאדמה. רק ווסתי תדירות קטנים מאוד ניתנים לבידוד מהרשת ע"י שנאי מתאים. שוב, יש לזכור זאת היטב במשך בדיקות ומדידות במעגל. כמו כן ציוד מדידה, שפוטנציאל האפס שלו מוארק, כמו משקף תנודות, חייב להיות מחובר לרשת דרך שנאי מבודד. גם כך יתכן ויהיו קיימים הפרשי פוטנציאלים בין גוף המכשיר לאדמה.

היזהר ! בנסיבות מסוימות יהיה זה מסוכן לגעת בגוף המכשיר:

שיאי המתח של הממיר יכולים להגיע לרמה, שתעלה על כושר הבידוד של ציוד הבדיקה. לכן, חשוב מאוד לדעת בדיוק את מתח הכניסה המירבי של כל מכשיר מדידה והמתח המותר בהתייחס לאדמה או לגוף המכשיר. יתרה מכך, במטרה לשקול האם המכשיר שבידך מתאים למדידה מסויימת, עיקרון פעולתו חייב להיות ידוע ומוכר. זאת, במיוחד כאשר מתח וזרם חילופין נמדדים וצורת הגל שלהם איננה תואמת את הכיול של המכשיר שבשימוש.

לקריאה נוספת

Power Electronics Handbook
by F.F Mazda
ISBN 0 408 03004 6
Butterworth Scientific Ltd
Westbury House,
Bury Street
GUILDFORD GU2 5BH
England
(*Elektor Electronics* June 1990)

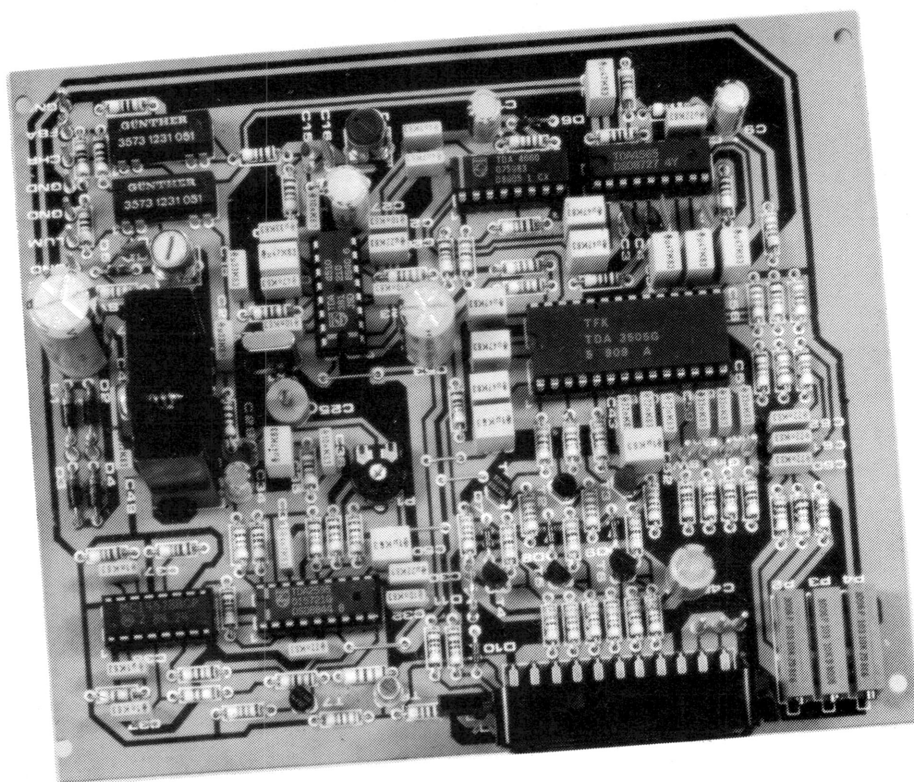
Power Electronics
by M.H. Rashid
ISBN 0 13 6866119 0
Prentice-Hall
66 Wood End Lane
HEMEL HEMPSTEAD
HP2 4RG
England
(*Elektror Electronics October 1988*)

Electric Machinery
by Peter F. Ryff
ISBN 0 13 248691 1
Prentice-Hall
Wood End Lane
HEMEL HEMPSTEAD
HP2 4RG
England
(*Elektor Electronics January 1989*)

Solving Problems in Electrical Power and Power Electronics
by H.F.G. Gwyther
ISBN 0 582 28644 1
Longman Scientific & Technical
Longman House
Burnt Mill
HARLOW CM20 2JE
England
(*Elektor Electronics March 1989*)

ממיר S-VHS או CVBS ל-RGB

חלק 2: תאור המעגל ובנית הממיר



בהמשך למבוא שניתן בחודש שעבר, על איפיוני שיטת ה-Super-VHS, אנו מסיימים את המאמר עם פרטים על ממיר המאפשר חיבור מכשיר וידאו או מצלמת וידאו בשיטת S-VHS, למבוא RGB של מקלט טלויזיה או משגוח. המעגל המוצג כאן משקף את המילה האחרונה לכל השיטות הסטנדרטיות להמרה אנלוגית של תמונה, ומבוסס על הטכנולוגיה החדישה ביותר של מעגלים משולבים הקיימת למטרה זאת.

מאת H. Reelsen

הכנסת מכשירי וידאו ומצלמות וידאו, הפועלים בשיטת S-VHS בשנה שעברה, לא גררה הוצאה לשוק של מקלטי טלויזיה בעלי מבואות הארה וכרומינציה נפרדים. זוהי תופעה מוזרה, כיון שאחרי הכל זקוקים מכשירים מתקדמים אלו לאמצעי תצוגה שישקף את התכונות המתקדמות שלהם. חלק מבעלי הציוד החדיש יחליף את מכשירי הטלויזיה שברשותם במכשירים חדשים שבהם מותקנים מבואות נפרדים, אך לעומתם ישנם רבים שאינם מוכנים לשלם את המחיר הגבוה של מקלטי טלויזיה אלו, או שאינם מוכנים לוותר עדיין על המכשירים שברשותם.

ומה יעשו אלו עד קניית המקלט המתאים?

המכשיר המוצג כאן מפריד את אות הצבע לשלושה אותות הצבע היסודיים, אדום, ירוק וכחול (RGB). אותות אלו ניתנים לחיבור למבוא SCART או למבוא RGB נפרד של מקלט טלויזיה. ביצועי המעגלים המשולבים שהוכנסו למעגל הם כה טובים, עד שניתן להמיר גם אותות CVBS (וידאו מורכב) ל-RGB. לשם כך הוקצה מבוא נפרד המאפשר לחלק ממשגוחי RGB של מחשב לשמש לתצוגת וידאו.

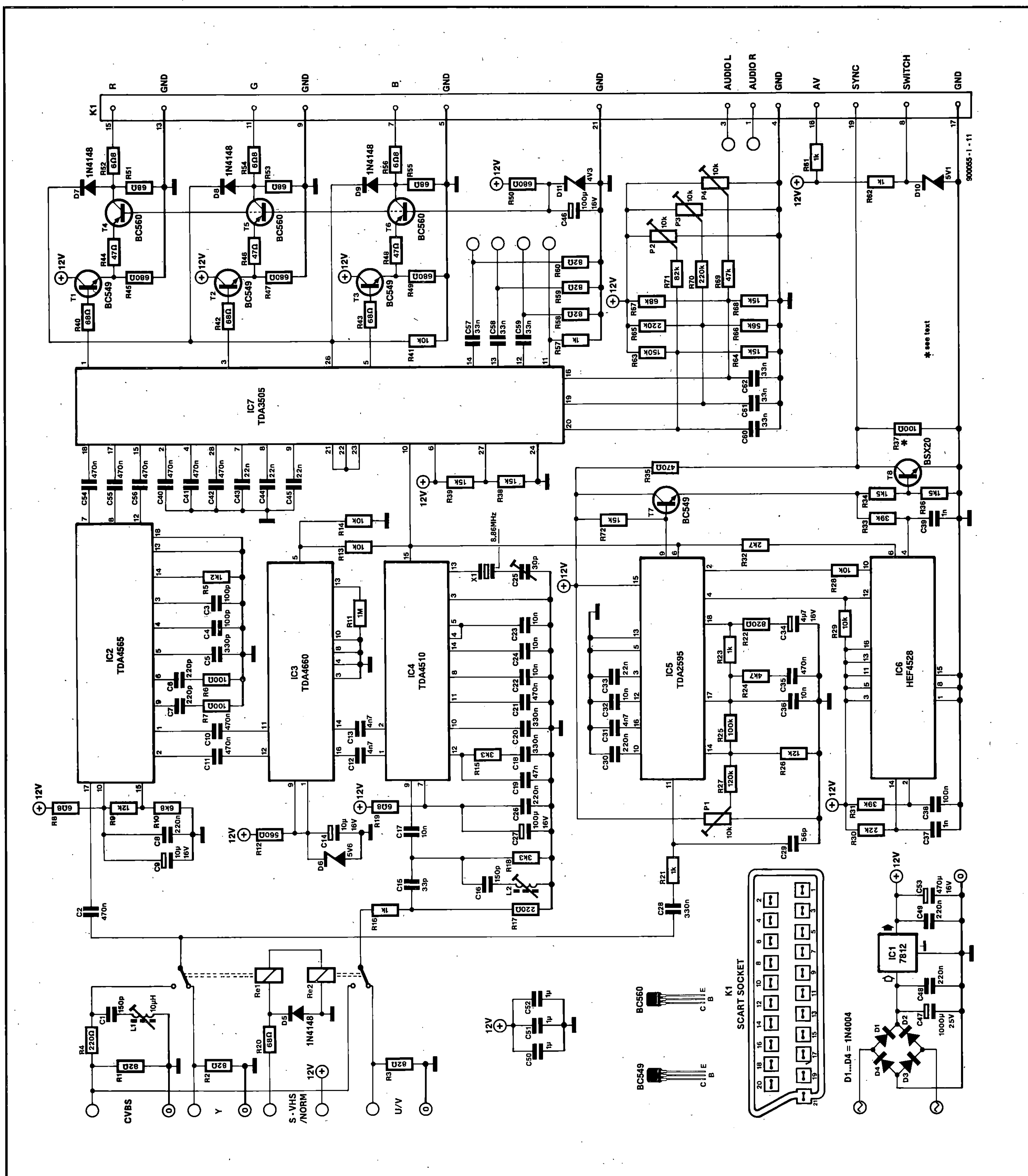
תאור המעגל

באיור 4, שהינו התרשים החשמלי של המכשיר, ניתן לראות שלממיר יש שלושה מבואות לאותות וידאו.

- **CVBS** בעל עכבת מבוא של 75Ω. מבוא זה מתאים לחיבור אותות (ממכשירי וידאו, מצלמות, מצלמות וידאו ומחשבים ביתיים) המספקים אותות CVBS סטנדרטיים ברמה של כ-1Vpp.
- **Y** (הארה או בהירות) עם עכבה ורגישות של 75Ω ו-1Vpp, בהתאמה. האות Y מעובד ללא מלכודת צבע ברוחב פס של עד 7MHz.
- **U/V** (כרומיננטיות או מידע על צבע). עכבת המבוא היא 75Ω, והרגישות 0.5Vpp. מבוא זה מעביר את אות הצבע למפענח ה-PAL שבמעגל הממיר.

עיבוד ההארה

תפקוד האותות הנפרדים Y, U ו-V היוצרים יחדיו את אות הוידאו נדון בחלק הראשון של מאמר זה. המבואות Y ו-U/V משמשים אותנו ביחס לציוד S-VHS. מבוא ה-CVBS ניתן לחיבור לציוד המספק אות וידאו מורכב (COMPOSITE VIDEO).

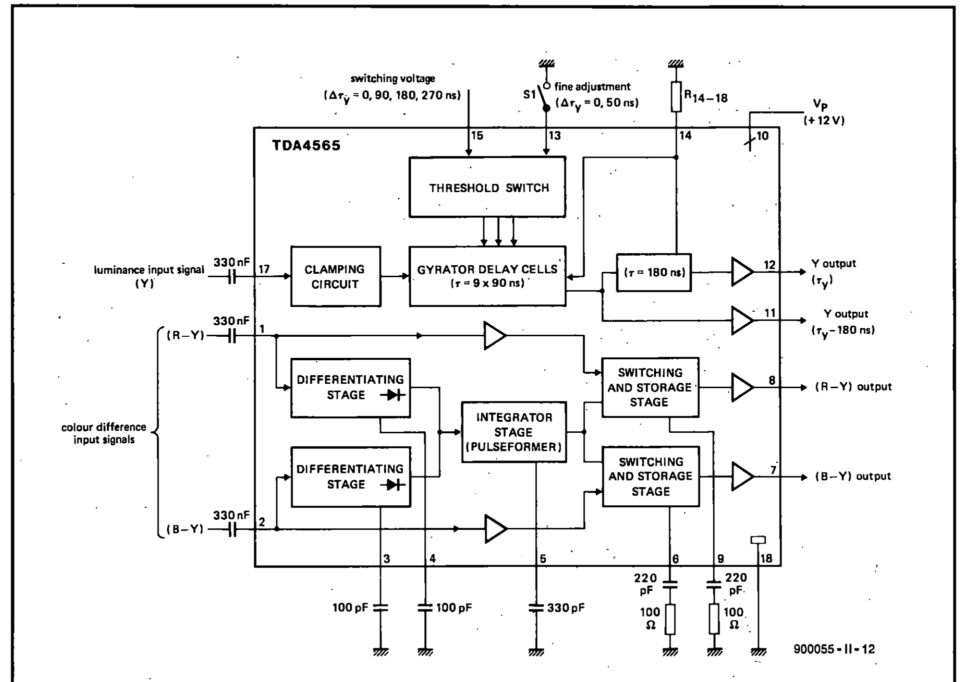


איור 4. תרשים חשמלי לממיר הוידאו. היחידה מתחברת למקלט טלויזיה או למשגוח דרך מחבר SCART **המסומן** K1.

שני ממסרים, Re1 ו-Re2, משמשים למיתוג בין הפעלה ב-S-VHS לבין CVBS. הממיר ממותג ממצב CVBS על ידי חיבור מתח +12V למבוא הבקרה S-VHS/NORM. S-VHS נבחר על ידי השארת המבוא פתוח. הממסר Re1 מעביר את

האות Y (הארה) ל-IC2 דרך קבל הצימוד C2. הרכיב TDA4565 כולל, כפי שמוצג בתרשים הסכימטי שבאיור מס. 5, משפר זיקים של צבע (CTI), וקו השהייה עבור האות Y. קו השהייה זה נחוץ בכל מקלט טלויזיה, בגלל שלסיגנל ההארה

יש רוחב פס רחב גדול בהרבה מאשר לאות הכרום. כתוצאה מכך נחוצה השהייה של כ-800ns. גיירטורים אחדים הנמצאים בתוך ה-TDA4565 מאפשרים השהייה לפרקי זמן שבין 690ns ל-960ns. ההשהייה ניתנת בקפיצות של



איור 5. תרשים סכימטי של ה-TDA4565. המעגל המשולב מטפל בזיקי צבע (CTI).

90ns בעזרת מתח הבקרה המחובר לפין מס. 15. במעגל הנוכחי נקבע זמן ההשהייה ל-780ns, בעזרת מחלק המתח R9-R10. האות Y המושהה, המתקבל בפין 12 של ה-TDA4565 מחובר לפין 15 של רכיב מטריצת הצבע TDA3505 (IC7), דרך קבל הצימוד C56. לאות Y המושהה אמפליטודה של כ-0.5Vpp.

עיבוד הכרומיננטיות

אות הכרום מועבר למפענח דרך המגעים של Re2. לפני שהאותות מגיעים למפענח PAL מסוג TDA4510 (IC4), מונחתים האותות U/V על ידי R16-R17, ומועברים דרך מסנן מעביר גבוהים הבנוי מהרכיבים C15-C16-L2.

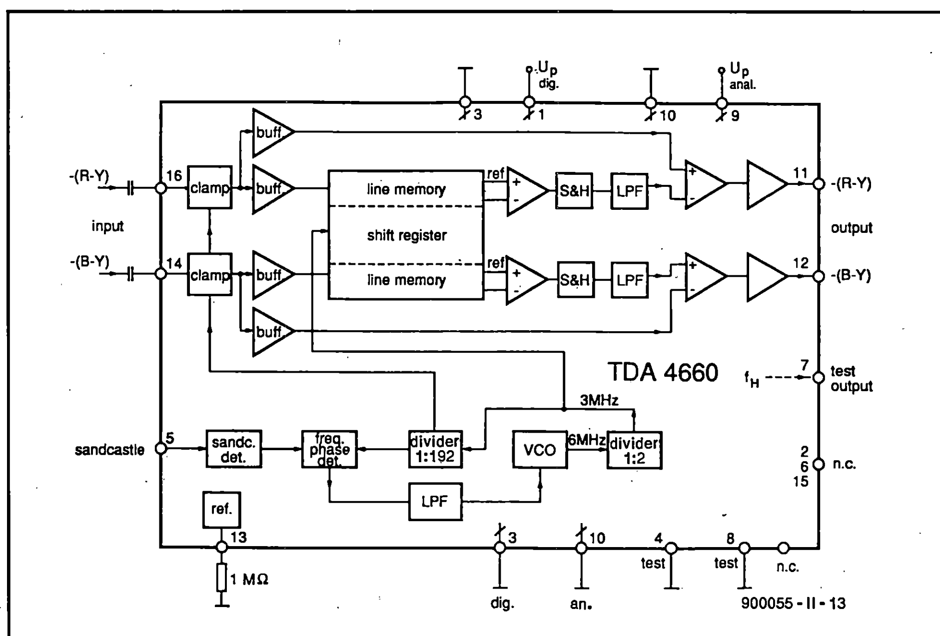
ה-TDA4510 תוכנן במקור לשימוש עם קוי השהייה מזכוכית, המשמשים לאחסון אות הכרום של קו התמונה הקודמת. במעגל הנוכחי פועל ה-TDA4510 ללא החלק החיוני הזה, אשר בו השהיית הזמן של קו תמונה אחת מאפשרת למעגל תיקון הצבע, במקלטי PAL, לתאם בין מידע הצבע שבין 2 קוי תמונה עוקבים. במקלט טלויזיה בשיטת PAL, רכיבי R-Y ו-B-Y, המאופננים על תת הגל הנושא של צבע בתדר 4.43MHz, מושהים, ולאחר מכן מוספים לאותות הלא מושהים. בגלל שסיכום זה הוא קריטי ביחס למופע ולאמפליטודה, חוברו נגד משתנה וסליל שיקלו על הכיול. לרוע המזל, יש לבצע את הכיול בעזרת מקור אות PAL מכוייל.

ה-TDA4660 שהוכנס לאחרונה לשוק מספק חלופה טובה לקוי ההשהייה מזכוכית, ובד בבד חוסך את אות הכיול המורכב של התדר והאמפליטודה. ניתן להשתמש ברכיב ההשהייה שב-TDA4660 על ידי חיבור מפענח ה-PAL בהתאם למוצג בתרשים החשמלי של המכשיר. אותות הפרשי הצבע, לאחר גלויים, נוכחים בפינים 1 ו-2 של IC4. אלו מחוברים למבואות המתאימים של אוגרי ההיסט האנלוגיים הבנויים בשיטת CCD, בתוך ה-TDA4660 (ראה בתרשים הסכימטי שבאיור 6). לאחר פעולת ההיסט, מאוחדים האותות המושהים עם הלא מושהים, בתוך המעגל המשולב ומתקבלים אותות ה-R-Y וה-B-Y הרגילים. השעון לאוגר ה-CCD מסופק על ידי מעגל PLL (חוג נעול מופע) המוכלל בתוך ה-TDA4660. תדר הייחוס של ה-PLL מיוצר מתוך תדר הקו, המתקבל ממתקף ה-super sandcastle המסופק לרכיב דרך R13-R14. המקור והתפקיד של מתקף ה-super sandcastle נדון בהמשך מאמר זה.

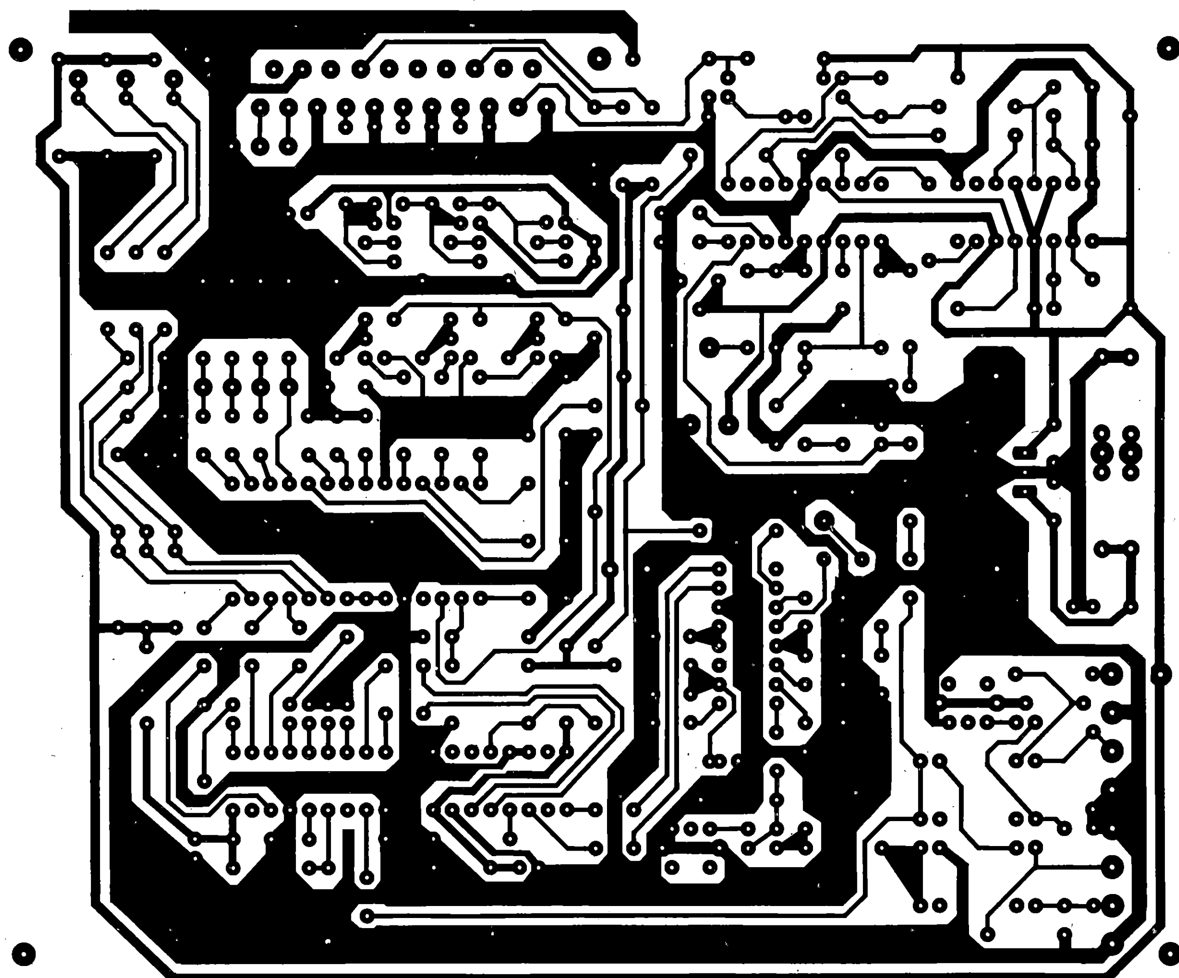
פעולת ה- CTI

אותות הפרשי הצבע, R-Y ו-B-Y, מוצגים במבואות של רכיב ההשהייה ב-IC3, דרך פינים 11 ו-12 שלו. רמת האותות היא 1.0 Vpp במבוא R-Y (פין 11) ו-1.3 Vpp במבוא B-Y (פין 12). משקף תנודות, שיחובר לפינים אלו יראה זמני עליה וירידה איטיים של אותות הפרשי הצבע, בתגובה לאותות סטנדרטיים של מכשיר לבדיקת צבע במקלטי טלויזיה. דבר זה נגרם בגלל רוחב הפס המוגבל (כ-1MHz) של אות הכרום. רוחב הפס קטן עוד יותר (לכדי 0.5MHz או פחות) כשמוכנס אות הנוצר על ידי חיבור קלטת VHS. קל לראות שזה גורם לקצוות הגל להיות איטיים עוד יותר ומאבדים חדות תמונה. נמצא, שבמקרים לא מעטים פוחתת איכות התמונה המתקבלת ממכשיר וידאו בשל הפרעות moire. כפי שהוסבר בחלק הראשון של המאמר, moire נוצר בראש ובראשונה על ידי אי דחייה מספקת של התדרים הצדדיים של תת הגל הנושא של הצבע.

למרבית המזל, ניתן לשפר את איכות התמונה בצורה משמעותית על ידי רכיב CTI. כאן מיושם ה-TDA4565 בצורה סטנדרטית. הדרך בה מבצעים CTI, ללא העמסה ורעש נוסף, תדון להלן. ה-TDA4565 מגלה זיק צבע (TRANSIENT) על ידי גזירת אותות הפרשי הצבע. זה מבוצע באמצעות מגבר הפרש פנימי ובאמצעות הקבלים C3 ו-C4. כשמתגלה זיק צבע מופעל מעגל מעצב פולס המשתמש בקבל החיצוני, C5. באותו הזמן מאוחסן אות המבוא באמצעות מעגל דגום והחזק (SAMPLE AND HOLD). האות מוחזק שם עד לדעיכת הזיק. לאחר השהייה של 100ns מוכנס האות מחדש. פעולת מעגל הדגום והחזק מבוצעת תוך העזרות ברכיבים החיצוניים R6-R7 ו- C6 C7. אותות הפרשי הצבע שעוצבו מחדש נוכחים בפינים 7 ו-8 של ה-TDA4565, והם מועברים



איור 6. תרשים סכימטי של ה-TDA4660. זהו רכיב השהייה CCD בעל מחולל תדר קו מבוקר PLL



איור 7a. **תדמית ראי עבור מוליכי המעגל המודפס של ממיר אותות הוידאו.**

למעגל מטריצת הצבע באמצעות זוג קבלי צימוד (C54 ו-C55).

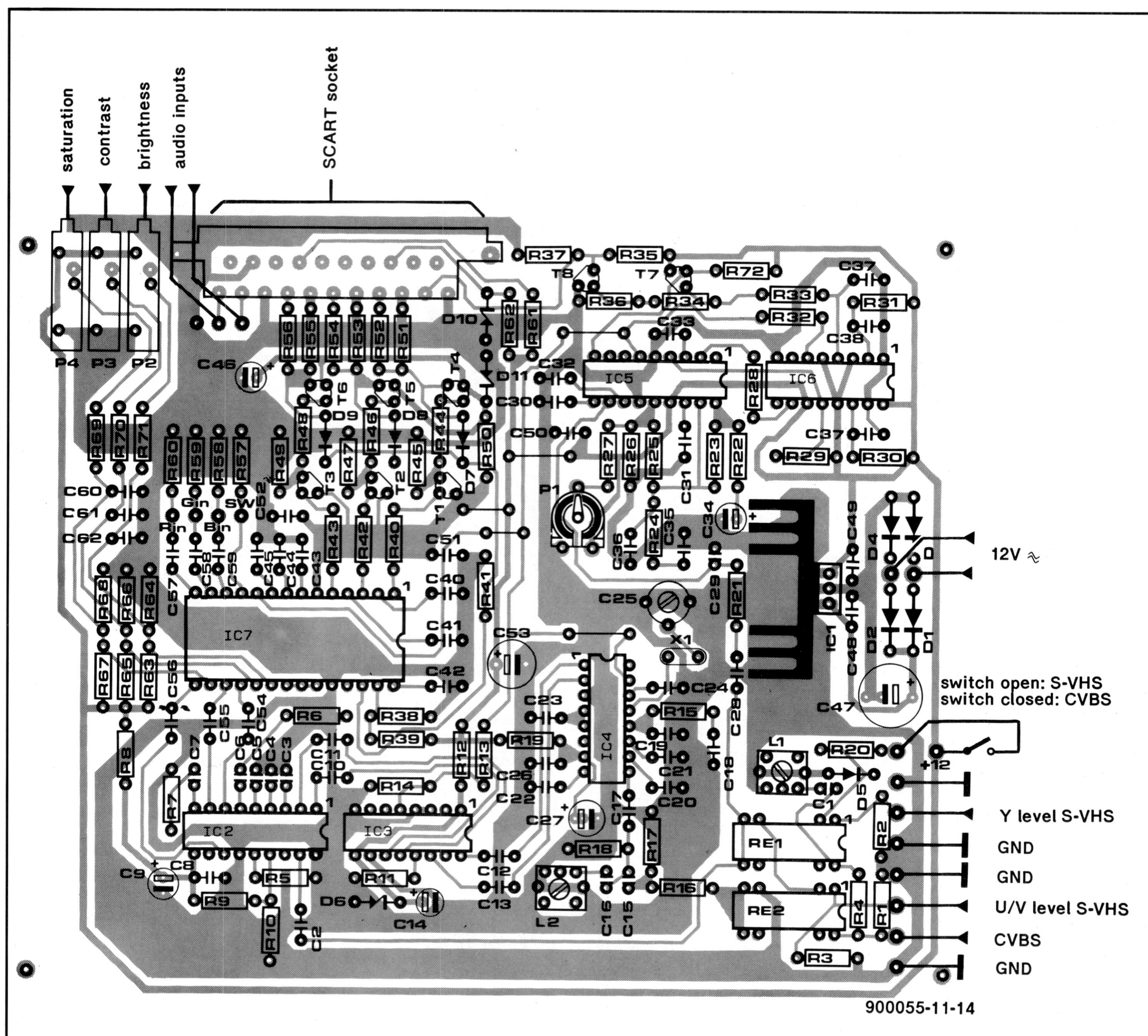
מעגל מוצא RGB

מטריצת הצבע מבוססת על רכיב וידאו נוסף המיוצר על ידי Philips Components; זהו ה-TDA3505 (IC7). ברכיב זה נפגשים אותות ההארה והכרום (במצב S-VHS) או נפגשים לאחר מכן (בשיטת CVBS). הצבעים היסודיים משוחזרים על ידי פעולת חיבור של אותות הפרשי הצבעים ואות ההארה Y. הצבת התמונה, הניגודיות, החדות ורווית הצבע מכוונים על ידי מתחים ישרים הקובעים את הממתח וההגבר במספר נקודות על פני המטריצה. כאן, רלוונטיים הרכיבים R63-R71 והנגדים המשתנים P2-P4. האחרונים משמשים לכוון הבהירות (P2), הניגודיות (P3) ורווית הצבע (P4). ניתן להחליף את הנגדים המשתנים הרב סיבוביים בפוטנציומטרים שיותקנו בחזית המכשיר. בצורה כזאת תתאפשר שליטה מתמדת במכשיר, להבדיל מהמקרה בו המכשיר מכוייל חד פעמית באמצעות הנגדים המשתנים המותקנים על המעגל המודפס. שתי דרגות חציצה/היסט רמה נדרשות במוצא

רשימת רכיבים

נגדים:

6	82Ω	R1;R2;R3;R58 R59;R60
2	220Ω	R4;R17
1	1K2	R5
3	100Ω	R6;R7;R37
5	6Ω8	R8;R19;R52;R54; R56
2	12KΩ	R9;R26
1	6K8	R10
1	1MΩ	R11
1	560Ω	R12
5	10KΩ	R13;R14;R28; R29;R41
2	3K3	R15;R18
6	1KΩ	R16;R21;R23; R57;R61;R62
7	68Ω	R20;R40;R42; R43;R51;R53 R55
1	820Ω	R22
1	4K7	R24
1	100KΩ	R25
1	120KΩ	R27
1	22KΩ	R30
2	39KΩ	R31;R33
1	2K7	R32
2	1K5	R34;R36
1	470Ω	R35
5	15KΩ	R38;R39;R64 R68;R72
3	47Ω	R44;R46;R48
4	680Ω	R45;R47;R49;R50
1	150KΩ	R63
2	220KΩ	R65;R70
1	56KΩ	R66
1	68KΩ	R67
1	47KΩ	R69
1	82KΩ	R71
1	10KΩ preset H	P1
3	10KΩ multiturn preset	P2;P3;P4



איור 7b. **תכנית מיקום החלקים על לוח המעגל המודפס, והחיבורים לחלקים החיצוניים ולציוד הוידאו - אודיו.**

רשימת רכיבים

קבלים:

2	150pF	C1;C16
11	470nF	C2;C10;C11;C21; C35;C40;C41; C42;C54;C55;C56
2	100pF	C3;C4
1	330pF	C5
2	220pF	C6;C7
5	220nF	C8;C26;C30;C48
2	10µF 16V radial	C9;C14
3	4n7	C12;C13;C31
1	33pF	C15
6	10nF	C17;C22;C23 C24;C32;C36
6	10nF	C17;C22;C23 C24;C32;C36
3	330nF	C18;C20;C28
1	47nF	C19
1	30pF trimmer	C25
2	100uF 16V radial	C27;C46
1	56pF	C29
4	22nF	C33;C43;C44;C45
1	4u7 16V radial	C34
2	1nF	C37;C39
1	100nF	C38
1	1,000µF 25V radial	C47
3	1µF	C50;C51;C52
1	470µF 16V radial	C53
6	33nF	C57-C60

מוליכים למחצה:

4	1N4004	D1-D4
4	1N4148	D5;D7;D8;D9
1	5V6 0.4W zener diode	D6
1	5V1 0.4W zener diode	D10
1	4v3 0.4W zener diode	D11
4	BC549B	T1;T2;T3;T7
3	BC560C	T4;T5;T6
1	BSX20	T8
1	7812	IC1
1	TDA4565	IC2
1	TDA4660	IC3
1	TDA4510	IC4
1	TDA2595	IC5
1	HEF4528	IC6
1	TDA3505	IC7

סלילים:

1	10µH adjustable Toko 119 LN-A3753	L1
1	50uH adjustable; Toko 119LN-A5783	L2

שונות:

2	ממסר חד קוטבי דו דרכי במארז כמו של מעגל משולב (reed relay) Re1; Re2	
1	שקע SCART למעגל מודפס	K1
1	גביש 8.867238MHz (HC18/U)	X1
1	גוף קרור עבור IC1.	
22	פינים להלחמה	
1	מעגל מודפס	900055



איור 8. ציוד S-VHS זוכה לפופולריות גוברת. בתמונה משמאל נראה וידאו S-VHS קומפקטי מתוצרת JVC, הכולל תצוגת גביש נוזלי. נטען, שמכשיר וידאו זה הינו הקל והקטן ביותר בעולם. הוא שוקל 530 גרם ומידותיו 131x58x118 מ"מ. מצלמת הוידאו בשיטת ה-S-VHS הנלוית היא בעלת פס קול סטראופוני ובגודל של 39x69x122 מ"מ. המצלמה ומכשיר הוידאו הם חלק ממערכת המיני וידאו דגם SC-F007 שהועמדה לרשותנו באדיבות JVC Holland.

המטריצה. הסיבה לכך היא,שהמטריצה אינה מסוגלת לספק מתח הנמוך כדי 0V או לדחוף ישירות עומס של 75Ω. ההגברה וההסטה מבוצעים באמצעות שלוש מערכות הבנויות כל אחת מעוקב אמיטר ומגבר בעל חיבור בסיס משותף (T1-T6). עכבת המוצא של שלושת החוצצים היא 75Ω.

לכל חוצץ צבע במוצא יש דיודה המאפשרת בחינת נקודת העבודה של מגבר שתי הדרגות. פעולה זאת נעשית דרך פין 26 של ה-TDA3505. נקודת העבודה נבדקת ומתוקנת במידת הצורך בזמן ההחשכה האופקית של התמונה במכשיר הטלויזיה. המתח הישר הנדרש לפעולה זאת נאגר בקבלים C40-C42 במהלך הצגת התמונה. מעגל המטריצה מזהה את זמן ההחשכה האנכי בעזרת מתקף ה-super sandcastle.

שקע ה-SCART המספק את אותות ה-RGB מספק גם אותות שמע (סטראו) המחוברים לפינים 3,1 ו-4. בנוסף מתקבלים בשקע זה מתחי ה-AV ומתח ה-SWITCH. אלו הם מתחים של +12V ו-+5V בהתאמה למיתוג אוטומטי ל-AV ול-RGB.

במצב CVBS

פעולת המעגל במצב CVBS (וידאו מורכב) פשוטה בהרבה מאשר במצב S-VHS. כאשר מחברים למבוא הבקרה S-VHS/NORM מתח של +12V, מופעלים שני הממסרים. בדומה לאות הכרום, אות ה-CVBS מתחבר ישירות למסנן הצבע, כך שמפענח ה-PAL מקבל את מרכיבי הצבע, אשר אסור ש"יראו" על ידי האות Y. הסיגנל המורכב המסונן מתחבר ל-IC2, לאחר שעבר דרך מלכודת צבע הבנויה מהרכיבים R4 ומעגל התהודה L1-C1. אות ה-CVBS (או האות Y) מועבר למפריד הסינכרון, IC5, דרך מסנן מעביר נמוכים, R21-C29.

ספק כח

ספק הכח של 12V המורכב על המעגל, הוא ספק רגיל המבוסס על מיישר, D1-D4, קבל סינון, C17, ומייצב מתח, IC1. למבוא המתח ניתן לחבר מתח חילופין של 10 עד 12V.

סינכרון

מחולל הסינכרון האופקי ומפריד הסינכרון בנוי באמצעות IC5. זהו רכיב מסוג TDA2595. רכיב זה מייצר גם את מתקף ה- super sandcastle. כאשר פין 9 של ה-TDA2595 מחובר ל+12V דרך נגד 15kΩ, יתקבל אות הסינכרון המלא בצורת מתקפים עולים עם אמפליטודה של 12Vpp. המהפך T8 מופעל על ידי עוקב האמיטר T7. רמת אות ה-SYNC בריקם בשקע ה-SCART נקבעת למתח של 2Vpp, באמצעות מחלק המתח R35-R37 והקולקטור של T8. כשהמוצא מועמס המתח נופל לכ-1Vpp. כאשר משתמשים במוניטור מרובה סינכרון בעל מבוא סינכרון תואם TTL, יש לשנות ערך הנגד R37 ל-390Ω.

ה- TDA2595 דורש יצירת מתקף - ה- super sandcastle. מתקף ארבע שיכבתי זה מכיל את מידע התיזמון שלהלן:

* 0V = זמן תמונה ורמת ייחוס
* +2.5V = החשכה אנכית
* +4.5V = החשכה אופקית
* +11V = מפתק הפריצה

מפתק הפריצה מתקבל מתדר הקו המבוקר PLL, שבתוך ה-TDA4660. הוא מאפשר למפענח ה-PAL לתזמן את הזרקת הצבע בתדר 4.43MHz לתוך זמן ההחשכה האופקי. מכיוון שאותות ההחשכה (האופקי והאנכי) מיוצרים בדרך כלל בלוחות ההטייה של מכשיר הטלויזיה,יש לחוללם בנפרד בתוך הממיר. דבר זה מושג תוך שימוש בשני דלגלגים חד יציבים המצויים ב-IC6.

אות הסינכרון המורכב, הבנוי בצורת מתקפים עולים, והמצוי באמיטר של T7 מועבר דרך מסנן מעביר הנמוכים R33-C39. לאחר הסינון נותר רכיב הסינכרון האנכי. אות זה ממתג אחד הדלגלגים החד יציבים דרך פין 4. במוצא מתקבל מתקף בעל אורך של 1.2ms. אות זה מחובר עם מתקף ה-sandcastle דרך R32. אות המוצא של מתנד הסינכרון האופקי (בפין 4 של IC5) מתחבר לחד יציב שני בתוך IC6. זה מספק מתקף באורך 10s, המוחזר ל-TDA2595 לשימוש כרמת החשכה אופקית במתקף ה-sandcastle.

בניה וכוון

למרות שהמעגל הוא מסובך למדי, באופן יחסי, הרי שבניתו על המעגל המודפס החד צדדי המוצג באיור מס.7 היא קלה. התחל ההרכבה על ידי חיבור חמשת המגשרים על הלוח. יש לחבר את מייצב המתח IC1 לגוף קרור גדול למדי, לפני חיבורו למקומו על המעגל המודפס. אם קיימות בשקע ה-SCART "אוזניות" לחיבור, יש להשתמש בהן תוך חיבור גוף הפלסטיק של השקע באמצעות שני ברגים למעגל המודפס. עבור שקעים מסוג אחר, בעלי לשונות חיבור יהיה צורך לקדוח חורים מתאימים במעגל המודפס. זכור להעביר את שלושת הנגדים המשתנים למרכזם לפני או אחרי הכנסתם למעגל. אם לא תעשה כך, ובהנחה שהמעגל תקין, תקבל צורות משונות של תמונה ותתקשה באתור מקור הבעיה. עם תום עבודת ההלחמה, בדוק היטב את המעגל המודפס. בדוק קוטביות המעגלים המשולבים, הדיודות, והקבלים האלקטרוליטיים תוך שאתה נעזר בתרשים הצבת הרכיבים שעל המעגל המודפס ובאיור 7b.

חבר מתח לממיר ובדוק שצריכת הזרם היא בסדר גודל של 350 mA במתח של 12V. כעת כוון P1 עד שה-PLL פועל בתדר הקו, כלומר 15,625Hz 64µs. תדר זה ניתן למדידה בפין 4 של IC5. חבר אות צבע למכשיר וסובב את הקבל הסיבובי C25 עד שיתקבל צבע על המשגוח. צבע יתקבל בד"כ, מיידית, אם הקבל הסיבובי היה קבוע במחצית מהלכו. בדוק שמתנד ה-8.86MHz מתחיל לפעול בצורה טובה, על ידי כבוי והדלקה של המכשיר מספר פעמים. הצבע צריך להופיע מיד עם הדלקת המכשיר. אם אין זה קורה כוון מחדש את הקבל הסיבובי C25. לבסוף, כוון את מלכודת הצבע, L1. חבר אות CVBS וכוון את L1 לאמפליטודה נמוכה ככל האפשר של תת הגל נושא של הכרום. מדידה זאת תבוצע בצורה הטובה ביותר, באמצעות משקף תנודות המחובר לפין 12 של IC2. בהעדר משקף תנודות, כוון L1 למינימום הפרעה מסוג moire בתמונה הצבעונית. ■

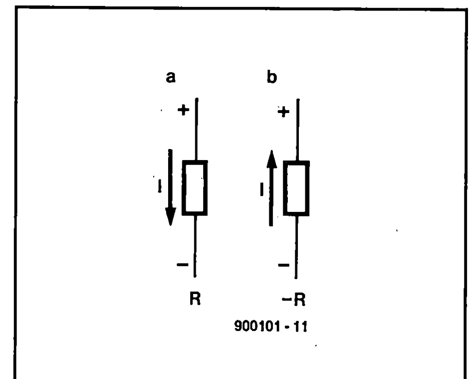
התנגדות שלילית

מאת Dr. Ir A.H. Boerdijk

חלק מנתוני הזרם-מתח של רכיבים מסוימים כגון: הטריסטור, דיודת המנהרה המגנטרון הינם בעלי שיפוע שלילי ז״א הזרם יורד עם עליית המתח או המתח יורד עם עליית הזרם. התנהגות זו הינה , כמובן, בניגוד להתנהגות של רכיב אומי. בשעה שרכיב אומי צורך אנרגיה נראית התנגדות שלילית כמספקת אנרגיה. התנגדות שלילית מובאת בהדמייה אלקטרונית במאמר זה.

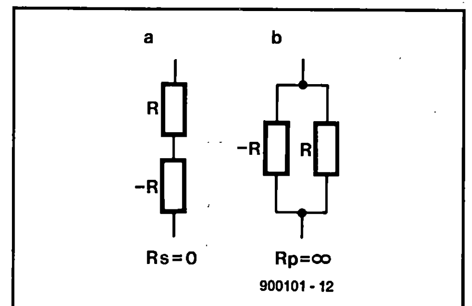
מנקודת ראות חשבונית טהורה, התנגדות שלילית נותרת התנגדות, אך מופיעה עם אקדמה של סימן מינוס. איור 1 מראה התנגדות חשמלית רגילה והתנגדות שלילית, כאשר שתיהן מחוברות לאותו המתח. השוני בהתנהגות של שתי ההתנגדויות ברור: הזרם בכל אחת מהן מנוגד לכיוון הזרם בשניה.

כאשר התנגדות חיובית והתנגדות שלילית



איור 1.

מחוברות בטור או במקביל, כפי שנראה באיור 2 התוצאה מאוד מעניינת. החיבור הטורי (איור 2a) הניב קצר:



איור 2.

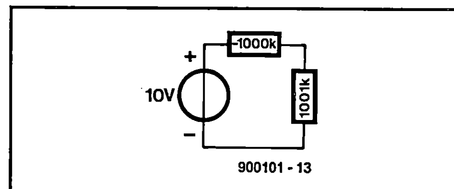
$Rs = R + (-R) = 0.$

החיבור המקבילי (איור 2b) הניב:

$Rp = -R^2 / [R + (-R)] = -R^2 / 0 = -\infty$

כאשר למעשה זהו מבודד.

על מנת לבלבל אותך יותר, באיור 3 מחובר מתח של 10V לשני נגדים המחוברים בטור. האחד בעל התנגדות חיובית של 1001kΩ והשני בעל התנגדות שלילית של 1000kΩ.



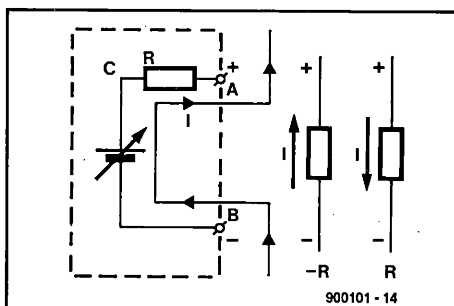
איור 3.

סה״כ ההתנגדויות בלולאה, בהתעלם מההתנגדות הפנימית של מקור המתח, היא 1KΩ הזרם הזורם דרך הלולאה יהיה 10mA, והסיבה היא מפל מתח של 10.01KV ! ע״ג התנגדות של 1001kΩ.

זה אינו בא, כמובן, להציג דרך חדשה לייצור מתח גבוה מאוד, כפי שהתפלגות המתחים מראה.

באיור 1a ההתנגדות החיובית **צורכת** הספק: $P = I^2 R$ or $P = U^2 / R$, בעוד שבאיור 1b ההתנגדות השלילית **מייצרת** הספק למקור המתח. ז״א שההתנגדות השלילית אינה רק רכיב פאסיבי, אלא, שרכיב זה אינו יכול לעמוד בכוחות עצמו (היות וההספק המסופק למקור המתח צריך להגיע מאיפה שהוא- אין כאן יש מאין!).

למעשה, ההתנגדות השלילית ניתנת להדמייה ע״י מעגל אלקטרוני, כפי שמופיע באיור 4. ההתנגדות השלילית מופיעה בין המגעים A ו-B. מגע A מחובר למקור מתח משתנה, המחובר בין המגעים

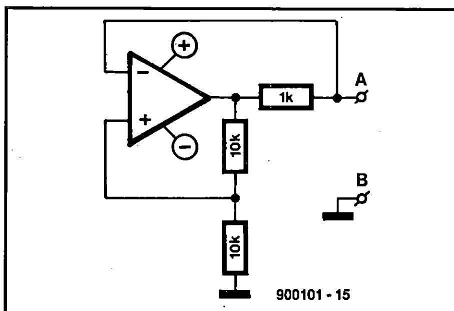


איור 4.

B ו- C ומייצר מתח $U_{CB} = 2U_{AB}$. אם הפוטנציאל בנקודה A יהיה חיובי ביחס לנקודה B, המתח בנקודה C יהיה חיובי אף הוא. הזרם בנקודה A $I = U_{CA}/R$ זורם דרך R בכיוון המופיע באיור, וכיוון הוא מ- B(-) ל-A(+). במילים אחרות, ההתנגדות בין נקודות A ו-B היא שלילית. כאשר מתחשבים בפעולתו של מעגל זה, חשוב לשים לב אך ורק לנקודות A וB: המעגל המסתתר מאחוריהן הינו ללא חשיבות כאן.

הסברים מעשיים

המעגל באיור 5 בנוי ממגבר שרת ושלושה נגדים, כאשר התנגדות שלילית של 1KΩ- מדומה בין נקודות A ו- B. הפעולה ניתנת לבדיקה ע״י חיבור נגד של 4.7kΩ בטור לנקודות A ו- B. סה״כ ההתנגדות הנמדדת, במד התנגדות רגיל, תהיה 3.7kΩ, ישתקף את העובדה/ שניתן למדוד את ההשפעה של ההתנגדות השלילית. ערכה תלוי בערכו של נגד היציאה בו עושים שימוש, בהדמייה והיחס לשני הנגדים האחרים. בהחלפה של הנגד הקבוע של 1kΩ לנגד משתנה, נוכל



איור 5.

לקבל מיגוון של התנגדויות שליליות.

שיטה אחרת, די פשוטה, היא חיבור נגד בטור להתנגדות השלילית. בדוגמה זו, נגד זה צריך להיות בעל ערך שלא יעלה על 1kΩ, על מנת למנוע את העלמותה של ההתנגדות השלילית.

אם נגד (קבוע או משתנה) גדול יותר מ-1kΩ

יחובר במקביל לנקודות A ו-B, ההתנגדות השלילית תגדל (תהיה יותר שלילית). המעגל באיור 5 מתאים מאוד לניסוי בהתנגדות שלילית. כאשר מתרגמים את המעגל שבאיור 5 לשרטוט מעשי, עומס מסויים, Rv, יהיה קיים בין נקודות A ו-B. עומס זה ישפיע על פעולת המעגל, ולכן עליו להיות גדול יותר מערכו המוחלט של -R, כלומר, במעגל זה, גדול יותר מ- 1KΩ.

אם העומס בין נקודות A ו- B יהיה תמיד קטן יותר מ R- , המעגל עדיין שימושי, אולם, יש להפוך את הכניסות למגבר השרת (זה שומר על המשוב הדרוש).

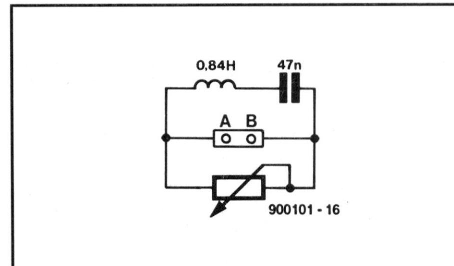
למרות שהמעגל הופך בעיקרון לבילתי יציב כאשר הערכים המספריים של Rv ו R- זהים, יפסיק לתפקד כבר בשלב בו הערכים של שניהם סמוכים האחד לשני.

ברור, שמקסימום מפל המתח על ההתנגדות השלילית תלוי מאוד בערכו של מקור המתח שבשימוש במעגל ההדמייה המדובר. זה גם מסביר מדוע המעגל באיור 3 אינו מייצר מתח גבוה מאוד למרות שהוא עובד באופן משביע רצון: המתח המיוצר אינו גבוה מספיק.

נתוני המוצא של מגבר השרת מכתיבים את הזרם המירבי אשר יזרום דרך ההתנגדות השלילית. אם זרמים גדולים יותר נדרשים, יש לספק למוצא מגבר השרת דרגה נוספת. כמובן, שניתן להשתמש במגבר שרת המסוגל לספק זרמים חזקים יותר.

יישומים מעשיים

באלקטרוניקה שימושית, התנגדות שלילית מנוצלת לפצות על הפסדים (אומיים). דוגמה טיפוסית הינה מעגל קבל-סליל הנראה באיור 6. תדירות התהודה היא 800Hz והמקדם הוא 5.4. ערכו של Q נמוך, היות והוא מושפע קשות מהתנגדותו של המשרן (סליל). ניתן לשפרו באופן ניכר, ע"י תוספת התנגדות שלילית משתנה במקביל למעגל.



איור 6.

אנו משיגים זאת באופן הבא: ההתנגדות השלילית מתחברת בין נקודות A ו- B, והנגד המשתנה מאפשר לפצות על ההפסדים הניגרמים בשל התנגדותו של המשרן.

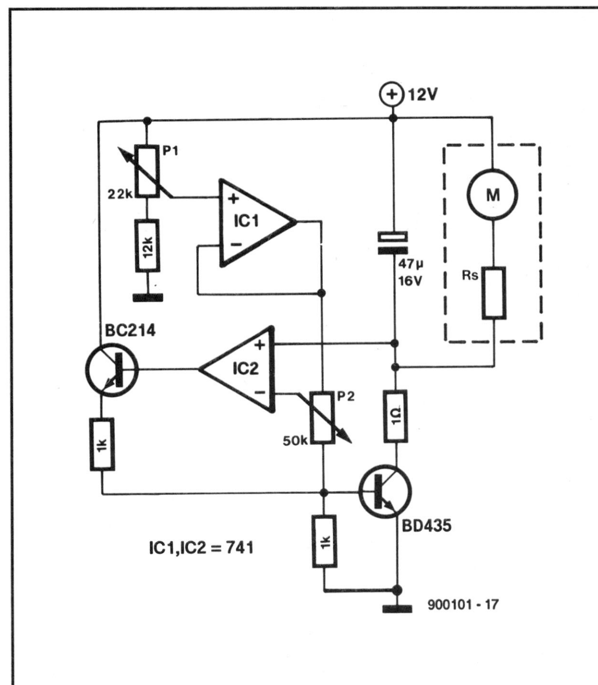
ניתן אף להביא את המעגל לאוסצילציה (ריטוט), אם נביא להתנגדות שלילית גדולה מספיק ע"י הקטנת הערך של הנגד המקבילי. תחום התדרים של המעגל יצומצם, בכל אופן, ע"י רוחב הפס של מעגל ההדמייה.

שימוש נוסף הוא שיפור הבקרה של מנועי d.c. קטנים. המהירות הסיבובית במנועים אלה, במיוחד בתחום הנמוך של התחום, תלויה מאוד במומנט העומס. למעשה בנקודה נתונה המנוע לפתע נעצר.

התנהגות זו ניתנת לתיקון או לשיפור, בעזרתו של המעגל שבאיור 7, אשר כולל, בנוסף להתנגדות שלילית משתנה, מקור מתח משתנה עבור המנוע. הנגד המשתנה P1 מבקר את המהירות המשתנה של המנוע, בעוד ש-P2 קובע את הערך של ההתנגדות השלילית. ניסויים במנוע d.c. קטן הראו, שההפרש של אפיין המומנט כנגד המהירות, מהאפיין האידיאלי, ניתן לשיפור פי 2.7.

יישום אחרון הוא שימוש בהתנגדות שלילית של 3Ω- לטעינת מצבר. בחיבור למצבר של 12V זרם הטעינה צריך להיות 4A. בחיבור למצבר 6V זרם הטעינה צריך להיות 2A.

למטען כזה, עם התנגדות שלילית, ישנן כמה תכונות מוזרות: הפיכת הקוטביות של מגעי המצבר תעלה את זרם הקצר בערך אפסי. ■



איור 7.

גבישים לתדר נמוך

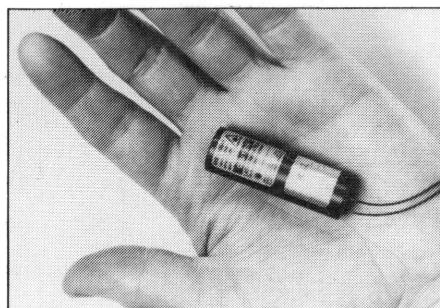
בחברת Euroquartz מסומרסט, ניתן למצוא גבישים נמוכי תדר, כשהבסיסיים ביניהם נעים בין 40 ל-800 קה"ץ לפי תדרים המוגדרים ע"י הלקוח. הגבישים בחיתוכים שונים, ניתנים לרכישה במארזי ריתוך התנגדותי.

ניתן לקבל את הגבישים בדרגות שונות של עפיצות - כיול. החל מ-20 חלקים למליון, מיוצבי טמפרטורה בתלות בתדר ובטמפרטורת העבודה.

Euroquartz Ltd Blacknell Lane Industrial Estate Crewkerne TA18 7HE

דיודת לייזר קטנה

רכיב ה-LDM135 Imatronic החדש, מתוצרת חברת למבדא פוטומטריקס, מכיל דיודת לייזר, מערכת אופטית, ומערכת הפיקוד האלקטרונית



במארז ממוזער אחד בקוטר של 16 מ"מ ובאורך של 49 מ"מ. המתח (בין 3 ל-5.25 וולט) מחובר דרך שני חוטים צבעוניים היוצאים מתוך המארז. למרות שהמערכת מכוילת לקבלת קרן מקבילית, ניתן בקלות למקד את הקרן לנקודה זעירה אחת. ישנן 4 מהדורות בסיסיות: 0.5mW,1mW, 3mW, 2mW ב-660-685 נ"מ. היחידה מהווה תחליף אידיאלי ללייזרים מסוג He:Ne, והוכחה בהרבה יישומים כמתאימה יותר.

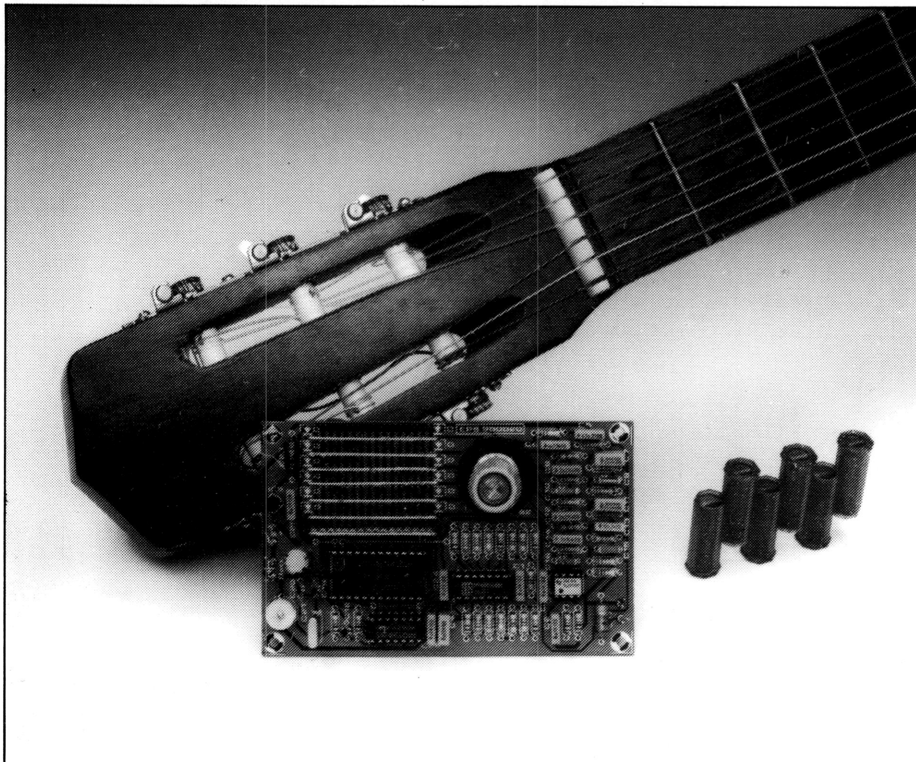
Lambda Photometrics Ltd Lambda House Batford MillY Harpenden Herts AL5 5BZ

מכוון גיטרה

by T. Giffard

הגיטרה היא אחד מאותם כלי נגינה הדורשים כוון יום יומי. בעיני רבים מנגני הגיטרה אין מלאכת הכוון קלה. עדות לכך ניתן למצוא במספר הרב של עזרי כוון המצויים בשוק. המכוון האלקטרוני המוצג כאן יקל על הנגן המתחיל וגם על הנגן המנוסה את מלאכת הכוון.

במשך כ-300 שנה השתמשו נגני גיטרה בקולן (שהומצא בשנת 1711 על ידי John Shore) או במשרוקית כוון מיוחדת (שהופיעה בסוף אותה המאה), כעזר בכוון כלי הנגינה שלהם. עזרי כוון חשמליים החלו להיות פופולריים בין שתי מלחמות העולם. אופיני למכשירים אלו הוא מד התהודה (RESONOSCOPE), שהופיע בשנת 1936, כמעט בו זמנית, הן בארה״ב והן באנגליה. מכשיר זה מספק חיווי ויזואלי בגובה הנכון של הצליל המכוון. הבעיות, הנלוות למכשירים אלו, הן שקשה ליצרם, ושנגנים מתחילים הנעזרים במכשירים אלו, אינם לומדים לעולם לכוון את הגיטרות שלהם בצורה נכונה. גם הקולן והמשרוקית אינם אידאליים. הצליל של הקולן נשמע מאוד חלש והוא נמשך לפרק זמן קצר בלבד. למשרוקית עוצמת קול גבוהה יותר, והיא למעשה תשמיע צליל כל עוד נושפים בה. מאידך, הדיוק שלה לוקה בחסר (תלוי כמובן באיכותה). המעגל שמתואר בזה, יכול להחשב כמשרוקית אלקטרונית מדוייקת מאוד. הדיוק מושג על יד שימוש בגביש, מכיוון שאפילו הסוגים הפשוטים של רכיבים אלו אינם סוטים מהתדר הבסיסי שלהם, ביותר מ-100p.p.m (0.01%). ששת התוים הנחוצים לכוון הגיטרה מופקים על ידי חלוקת תדר הגביש במספר הנקבע מראש. משנקבעו החלוקות יהיו התוים מדויקים תמיד זה ביחס לזה. מקילים על הכוון גם בכך שהצליל המושמע הוא סינוס טהור בעל עוצמה קבועה. וכמובן שמשתמשים באוזן, שהיא אמצעי המדידה האקוסטי הטוב ביותר. לאוזן יתרון נוסף הנובע מלמידה עקב נסיון, לאבחן בין הצלילים השונים.



איור 1. **מבט כללי על המכוון האלקטרוני לגיטרה.**

שיטות כוון

ניתן לכוון כלים בהתאם לסקלה הטבעית של הטונים, או בטמפרמנט ממוצע טונים (המאפשר כוון מקורב לכוון טבעי), או בטמפרמנט שוה (בשיטה זאת מוסטים מרווחי הטונים מהסקלה הטבעית כדי להתאימם לשימושים מעשיים). בכוון בטמפרמנט שווה, כל מחצית טון נתון במרווח אחיד. במלים אחרות, 12 הטונים באוקטבה הם בעלי מרחק שוה זה מזה על סקלת תדר לוגריתמית. כלומר, לכל טון יש תדר הגבוה פי $2^{1/12}$ (=1.05946) מהטון הקודם לו. היתרון בשיטה זאת הוא, שניתן לנגן בכלי בכל מפתח שהוא. החסרון הוא, שהטונים אינם נשמעים ׳טבעיים׳. הדבר בולט במיוחד כאשר מנגנים קונקורדים.

באופן כללי, מרבית הגיטריסטים מעדיפים לכוון את הגיטרות שלהם בהתאם לתווי FLAGEOLET, כלומר לצלילים הרמוניים. (FLAGEOLET הוא כלי נשיפה עתיק, בעל 6 נקבים).

המונח הרמוני, כקיצור של המונח צליל הרמוני מיוחס לאחת מסדרת ההרמוניות. הנמוכים שבצלילים אלו, הבסיסיים, נקראים ההרמוניה הראשונה, אחריהם צלילי ההרמוניה השניה וכך הלאה. מכל מקום, נגינה בהרמוניה בהקשר לגיטרה, משמעותה נגינה ללא ההרמוניה הראשונה, שהיא הצליל ה׳טבעי׳ של הגיטרה. קל למדי לגרום למיתרי הגיטרה לרטוט בהרמוניה השניה, השלישית והרביעית. זה נעשה על ידי גרימת רטיטה של חלק מהמיתר. כדי לקבל את ההרמוניה השניה מרטיטים מחצית מיתר, להרמוניה השלישית, שליש מיתר וכך הלאה

Table 1

		Harmonic tuning	Equal temp. tuning
$4f_{E2} = 3f_{A2} = 330.00\text{ Hz} \therefore f_{E2}$	=	82.50 Hz	82.41 Hz
$4f_{A2} = 3f_{D1} = 440.00\text{ Hz} \therefore f_{A2}$	=	110.00 Hz	110.00 Hz
$4f_{D1} = 3f_{G1} = 586.67\text{ Hz} \therefore f_{D1}$	=	146.67 Hz	146.83 Hz
$4f_{G1} = 3f_{B1} = 782.22\text{ Hz} \therefore f_{G1}$	=	195.56 Hz	196.00 Hz
$4f_{B1} = 3f_{A2} = 990.00\text{ Hz} \therefore f_{B1}$	=	247.50 Hz	246.94 Hz
$4f_{E2} = f_{E}$	=	330.00 Hz	329.63 Hz

(ראה איור 2).

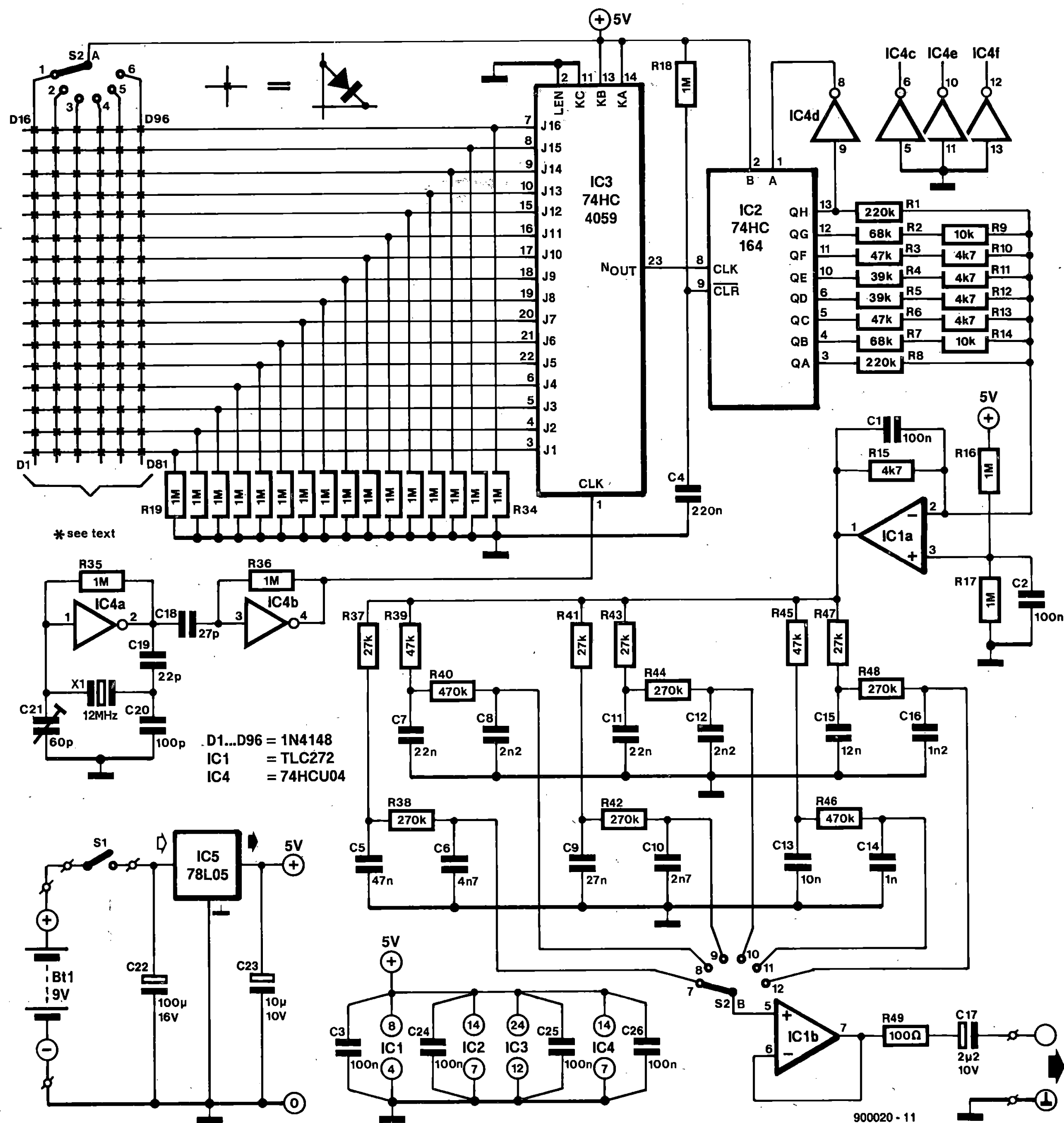
על גיטרה המכוונת היטב, ניתן למצוא תדרים שוי הרמוניות על שני מיתרים שונים. לדוגמא ההרמוניה הרביעית של המיתר התחתון - E, היא בעלת תדר זהה להרמוניה השלישית על המיתר A. במונחים טכניים נאמר ש: $4f_{E2} = 3f_{A2}$. יחסים הרמוניים בין מיתרים אחרים מוצגים בטבלה 1. אם מתקיימים יחסים אלו בגיטרה, נאמר שהיא מכוונת היטב. התדרים מבוססים על סטנדרט (International Concert Pitch), הקובע ש: A=440Hz. שתי הרמוניות מתחת ל-A נמצא ש: A2=110Hz. מתוך מספרים אלו ניתן לחשב את שאר התדרים. שים לב, שהמספר שליד

no. of harmonic	1	2	3	4	5	6	7	8	9
length of string vibrating	entire	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9

octave · perfect fifth · perfect fourth · major third · major third · minor third · augmented second · major second · major second

900020-12

איור 2. יחס בין תדרים הרמוניים ואורך המיתר הרוטט.



איור 3. תרשים חשמלי של מכוון הגיטרה. תדרי הכוון נקבעים על ידי מטריצת הדיודות D1-D81.

האות מציין את מספר האוקטבה של הצליל מעל או מתחת לדו נסק (Middle c). המספר 0 אינו מצוין. מטעמי שלמות, מציינת הטבלה גם את התוים כאשר מכוונת הגיטרה לטמפרמנט שוה. הברירה בידכם! טמפרמנט שוה מועדף בנגינה בקבוצה, אבל לנגינת יחיד (SOLO) מעדיפים רוב הנגנים כוון הרמוני, כיון שזה מאפשר צליל 'חלק' יותר. ראה גם טבלה 2.

המכוון

תכנון המכוון פשוט יותר מאשר התאוריה שמאחוריו. ניתן לחלק את מעגל המכוון, פרט לספק, לארבעה חלקים. אלו הם: מתנד גבישי, IC4; מחלק תדר בעל אפשרות קביעת חלוקה מראש, IC3; מחולל צורת סינוס, IC2a-IC1a, ומסנן מוצא RC בעל 6 דרגות.

המתנד בנוי (וחייב להיות בנוי) סביב מהפך ללא דחיפה (UNBUFFERED). זהו IC4a השייך למשפחה הלוגית HCU. אם יש בידך מונה תדר, כוון את C21 כך שיתקבל תדר מתנד של 12MHz בדיוק. בהעדר מד תדר סובב את הקבל הסיבובי למרכזו. המתנד מחובר למבוא השעון (CLK) של המחלק.

למחלק יש ארבע קבוצות מבוא בעלות 4 סיביות BCD כל אחת. אלו הם המבואות J1-J16, שאמצעותם נקבע ערך המחלק, k (ל-k יכול להיות ערך מירבי של 9999). הקבוצה J1-J4 קובעת את מספר היחידות; J5-J8 את מספר העשרות; J9-J12 את מספר המאות ואילו J13-J16 את מספר האלפים. הקביעה נעשית בעזרת מטריצת הדיודות D1-D96 (לא כולן נחוצות לקביעת ה-k).

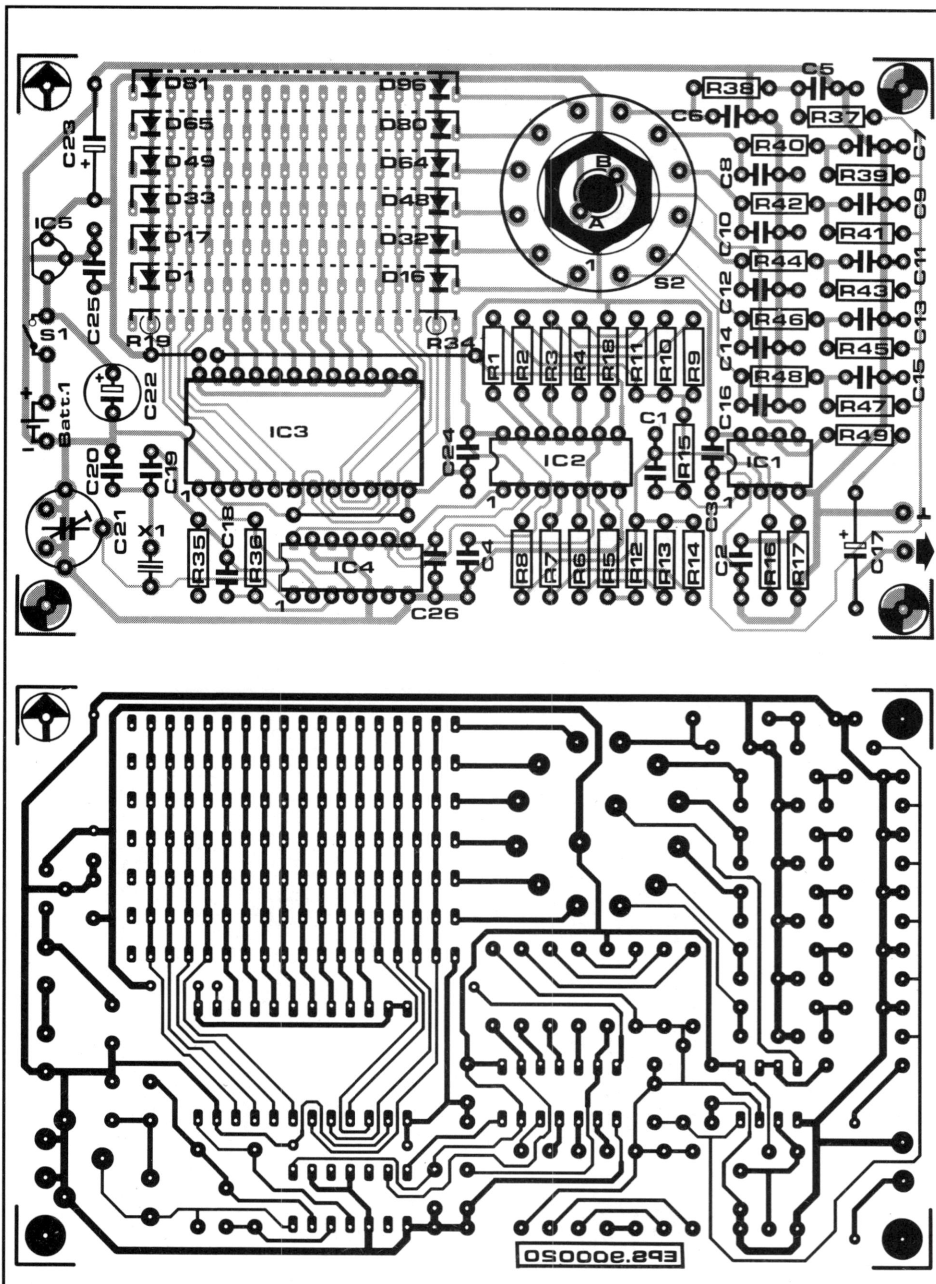
נוכחות או העדר הדיודות קובעת את המחלק עבור כל אחד משֵשת הטונים. הטונים נבחרים באמצעות המפסק S2. נוכחות דיודה קובעת '1' לוגי במבוא J המתאים של IC3, והעדר דיודה קובע '0' לוגי. ראה גם טבלה 2.

תדר אות המוצא של המחלק הוא פי 16 מהתדר הנחוץ. מחולל גל הסינוס מקבל שעון מתדר זה ומציג במוצאו, פין מס. 1 (IC1a), אות סינוס טהור בתדר הנכון.

הרכיב IC2a הינו אוגר היסט בן שמונה סיביות המחובר כך שיקבל '1'-ים לוגיים, כאשר QH נמוך, ו-'0'-ים כאשר QH גבוה. עם הדלקת המכשיר מתבצע מהלך איפוס בעזרת R18-C4. המהלך גורם לטעינה של שמונה '0'-ים במבואות QA-QH של המחלק, ולאחר מכן טעינה של שמונה "1"-ים.

הרמות הלוגיות במוצא IC2 מתורגמות להתנגדות. התנגדות זאת, יחד עם הנגד R15 קובעת את ההגבר של IC1a.

צורת אות המוצא של IC1a היא סינוסואידלית בקרוב, בעקר בגלל הקבל C1, המצוי ברשת



איור 4. המעגל המודפס של המכוון הינו חד צדדי כדי לאפשר הרכבת דיודות המטריצה ונגדי ה- PULL UP כשהם ניצבים למעגל.

רשימת רכיבים

נגדים:
R1, R8 = 220k
R2, R7 = 68k
R3, R6, R39, R45 = 47k
R4, R5 = 39k
R9, R14 = 10k
R10-R13, R15 = 4k7
R16-R36 = 1M
R37, R41, R43, R47 = 27k
R38, R42, R44, R48, = 270k
R40, R46 = 470k
R49 = 100Ω

קבלים:
C1, - C3, C24-C26 = 100n
C4 = 200n
C5 = 47n
C6 = 4n7
C7, C11 = 22n
C8, C12 = 2n2
C9 = 27n
C10 = 2n7
C13 = 10n
C14 = 1n
C15 = 12n
C16 = 1n2
C17 = 2μ2, 10 V, axial
C18 = 27 p
C19 = 22p
C20 = 100p
C21 = trimmer, 60p
C22 = 100μF 16 V, radial
C23 = 10μF, 10 V, axial

מוליכים למחצה:
D1-D96 = 1N4148 (מספר הדיודות הנחוץ תלוי בסוג הכוון. ראה טבלה מס.2)
IC1 = TLC272
IC2 = 74HC164
IC3 = 74HC164
IC4 = 74HCU04
IC5 = 78L05

שונות:
S1 = מפסק חד קוטבי
S2 = מפסק מסתובב דו-קטבי, בעל ששה מצבים, להרכבה על מעגל מודפס.
X1 = גביש 12MHz קוורץ
Bt1 = סוללה 9V עם תופסן מתאים.
קופסא, רצוי שתהיה עשויה ABS, בגודל 190X100X28 מ״מ (בקרוב).
מעגל מודפס מספר 900020

המשוב. למרות זאת, נמצא שההרמוניות ה-15 וה-17 הן עדיין חזקות למדי. אבל מכיוון שהן די מרוחקות בתדר מההרמוניה הבסיסית, ניתן לשככן על ידי מסנן RC פשוט מסדר שני. מכל מקום, הריחוק בתדר אינו כה גדול כדי שאפשר יהיה לסנן את ההרמוניות הללו בעזרת מסנן יחיד עבור כל ששת הטונים. לכל טון שכזה נחוץ מסנן נפרד. ששת המסננים מתחברים למעגל על ידי S2b. הגל בקוטב של מפסק זה הוא אות סינוס טוב בעל הפרעה הרמונית בסדר גודל של 0.04%. למרות זאת, מסופק במוצא חוצץ לאות, באמצעות IC1b. תדר החיתוך של המסננים הוא כ-60% של התדר בנקודת ה-3dB-.

מוצא המכוון, המוגן בפני קצר באמצעות הנגד R49, ניתן לחבור למגברים מסוגים שונים. עוצמת המוצא תלויה במידה מסויימת בתדר והיא נעה בין 450mV ל-600mV (r.m.s.). בגלל התלות הזאת בתדר, נראה שעוצמת הצליל נשמרת קבועה במידה רבה יותר, מאשר אם מחזיקים את רמת המוצא ברמה קבועה.

בניה וכוון

כדאי לבנות את המכוון על המעגל המודפס המוצג באיור 4, ולזוודו בקפסא בגודל 190x100x28 מ"מ. הרכב את הנגדים R19-R34 ואת הדיודות הנחוצות (34 עבור טמפרמנט שוה; 33 עבור כוון הרמוני - ראה טבלה מס. 2), בעמידה, כמוצג באיור 5.

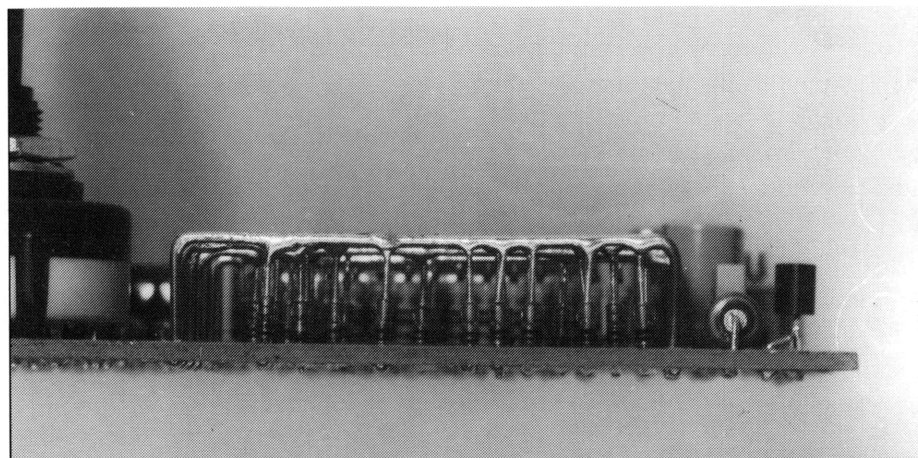
המחלקים מתקבלים כפי שהוסבר בקצרה לעיל. לדוגמא, כדי לקבל k עבור התדר f_{G1} (כוון בשיטת טמפרמנט שוה) יש לחבר את הדיודות D49, D50, D51 למבואות J1, J2 ו-J3, בהתאמה. ל-J4 לא נחבר דיודה. בצורת חיבור זו נקבל את המספר הבינרי 0111 השוה למספר העשרוני 7; דיודה D54 תחובר ל-J6, ואלו ל-J5, J7 ו-J8 לא נחבר דיודות. כאן נקבל את המספר הבינרי 0010, השווה למספר העשרוני 2; נמשיך עם חיבור D60 ל-J12, וללא דיודות ב-J9-J11. כאן נקבל 1000 בינרי השקול ל-8 עשרוני; ולבסוף, נחבר D61 ו-D62 ל-J13 ול-J14 בהתאמה, ולא נחבר דיודות ל-J15 ול-J16. כעת יתקבל 0011 בינרי הזהה למספר העשרוני 3. לסיכום, המחלק k שוה ל-3827.

המחלק ניתן לחישוב מתוך המשואה הבאה: $k=12x10^6 / 16f$. אם משתמשים בתדרים השונים מאלו שבמאמר הנוכחי, יש לקחת בחשבון שיהיה צורך בהתאמת המסננים.

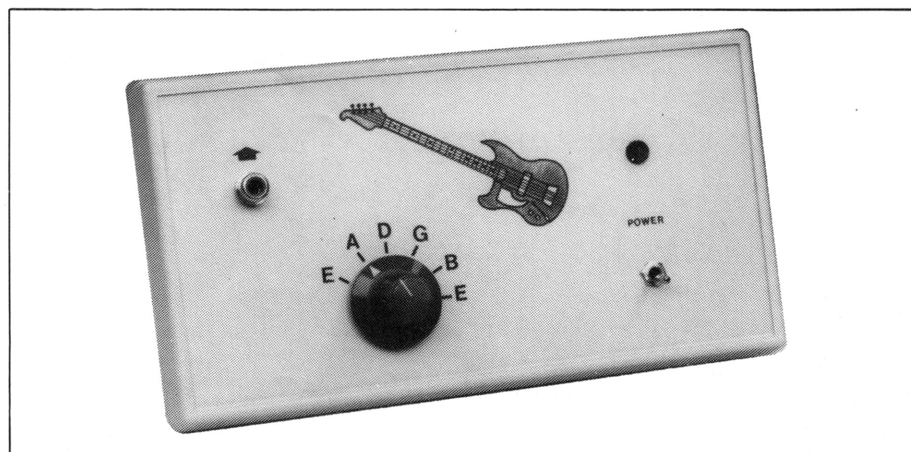
אספקת המתח המעשית ביותר היא באמצעות סוללה 9V. צריכת הזרם הממוצעת של המכשיר היא 12mA. והסוללה תחזיק מעמד זמן רב. אב הטיפוס של המכשיר שבנינו המשיך לפעול בצורה משביעת רצון, גם כאשר מתח הסוללה ירד ל-4V. ■

טבלה מס' 2

המחלק	הדיודות שבשימוש	תדר	תו	מצב המפסק S2
		(כוון טמפרמנט שוה)		
9101	1;9;13;16	82.41 Hz	f_{E2}	1
6818	20;21;28;30;31	110.00 Hz	f_{A2}	2
5108	36;41;45;47	146.83 Hz	f_{D1}	3
3827	49;50;51;54;60;61;62	196.00 Hz	f_{G1}	4
3037	65;66;67;69;70;77;78	246.94 Hz	f_{B1}	5
2275	81;83;85;86;87;90;94	329.63 Hz	f_E	6
		(כוון הרמוני)		
9090	5;8;13;16	82.50 Hz	f_{E2}	1
6818	20;21;28;30;31	110.00 Hz	f_{A2}	2
5113	33;34;37;41;45;47	146.70 Hz	f_{D1}	3
3835	49;51;53;54;60;61;62	195.60 Hz	f_{G1}	4
3030	69;70;77;78	247.50 Hz	f_{B1}	5
2273	81;82;85;86;87;90;94	330.00 Hz	f_E	6



איור 5. הנגדים D19-D34 והדיודות שבשימוש יורכבו בניצב בין המעגל המודפס לבין מגשר העשוי מחוט קשיח.



איור 6. מיקום חלקים מוצע על הלוחית הקדמית של המכשיר.

מגבר הקלטה לוידאו

בהקלטה ישירה של סרטי וידאו קיימת ירידת איכות בלתי נמנעת. המגבר המוצג כאן מונע תופעה זו, ובנוסף - מאפשר העברת אותות וידאו ממכשיר אחד לארבעה מכשירים, בו זמנית.

אחד המדדים לשיפוט איכות של הקלטת וידאו היא הרזולוציה, או רמת ההגדרה, כלומר חדות התמונה. חדות התמונה תלויה ישירות ברוחב הפס שבו יכול מכשיר הוידאו לטפל. במהלך הקלטה נוספת מהקלטה קודמת נפגמת החדות בגלל ירידה ברוחב הפס, באופן התלוי במערכת ההקלטה. ההפחתה באיכות מתרחשת בקצה העליון של תדירות האות, יותר מאשר בקצה התחתון שלו.

איבוד איכות נוסף עשוי לקרות בגלל ירידה כללית ברמת האפנון, במיוחד כאשר מחוברים שני מכשיר וידאו או יותר, במקביל, למוצא של מקלט טלויזיה או מכשיר וידאו. ניתן לשפר את המצב ע"י הגדלת ההגבר של המכשיר המקבל. לרוע המזל, הגבר מכסימלי, סלקטיבי מבחינת תדר, יחד עם איכות מירבית אינם ניתנים להשגה באמצעים פשוטים. קיימת, לדוגמא, סכנה של אפנון יתר שיכול לגרום לפגיעה באות ולא בשפורו.

המגבר הנוכחי מספק בקרה נפרדת לרמת האפנון ולעוצמת האות, ו-4 יציאות נפרדות, המאפשרות העברה ממכשיר אחד ל-עד 4 מכשירים.

תאור המעגל

טרנסיסטורי תוצא שדה (FET) T1 ו-T2 באיור 1 יוצרים מגבר דיפרנציאלי, בעל עכבת כניסה גבוהה, היסט מופע נמוך ורוחב פס מצויין.

מוצא מקלט הטלויזיה או הוידאו המשדרים, מובא לשער (GATE) של T1 דרך C1. הנגדים R3 ו-R5, והקבל C2 קובעים את נקודת העבודה.

המוצא של T1 מוגבר על ידי T3 ומגבר דחף-סף T4-T5, ומשם מוזן חזרה ל-T2 דרך R13. הערך של R8 מבטיח שההגבר הכללי לא יפחת מ-6dB.

המשוב (יחד עם התכנון הקפדני של המעגל המודפס) מבטיח יציבות מצויינת, יחד עם התנהגות טובה במופע, רוחב פס גדול, והגבר מתאים.

קביעת הזרם השקט בדרגת המוצא מתבצעת אוטומטית על ידי דיודות בעלות קיבול עצמי נמוך, D1-D3, ונגדי האמיטר R16 ו-R17. אות הוידאו היציב מוזן ל-4 מוצאים דרך קבל אלקטרוליטי בעל זליגה נמוכה, C6, והנגדים R19-R22.

במבוא AV של מכשירי וידאו ומשגוחים (מוניטורים) נמצא נגד בעל ערך שבין 68Ω ל-82Ω (ערך נומינלי של 75Ω), כך שחיבור המגבר גורם להנחתת סיגנל של-6dB. מכיון שההגבר של מגבר ההקלטה הוא לפחות 6dB, הרי שהרמה במבוא המכשיר שאליו מחובר המגבר תהיה לפחות כמו הרמה הקיימת במבוא המגבר.

הנגד המשתנה בהתאם לרמת סיגנל, R10, מאפשר הגבר נוסף של אות המוצא מהמגבר. אפשרות זו להגברה שמושית במיוחד כאשר מועמסים כל 4 המוצאים של המגבר.

בקר המעטפת, R12 מאפשר הגבר מיוחד לתדרים הגבוהים של האות. רוחב הסרט הנדרש, בין 50Hz ל-5MHz מושג, עם שוליים רחבים. רוחב הפס של אבי הטיפוס שנבנו משתרע מתדר 20Hz עד 25MHz.

דרישות המתח עבור המגבר הן 10-15V (12V נומינלי), בזרם של 50mA. מניעת צימוד לקוי המתח נעשה באמצעות R1 ו-C7.

ישנם מכשירי וידאו בעלי יציאה של 12V, שיכולה לשמש את המגבר. מכל מקום, רצוי לעיין בספר להשתמש של מכשיר הוידאו כדי לוודא, שמוצא זה אכן יכול לספק 50mA.

בניה

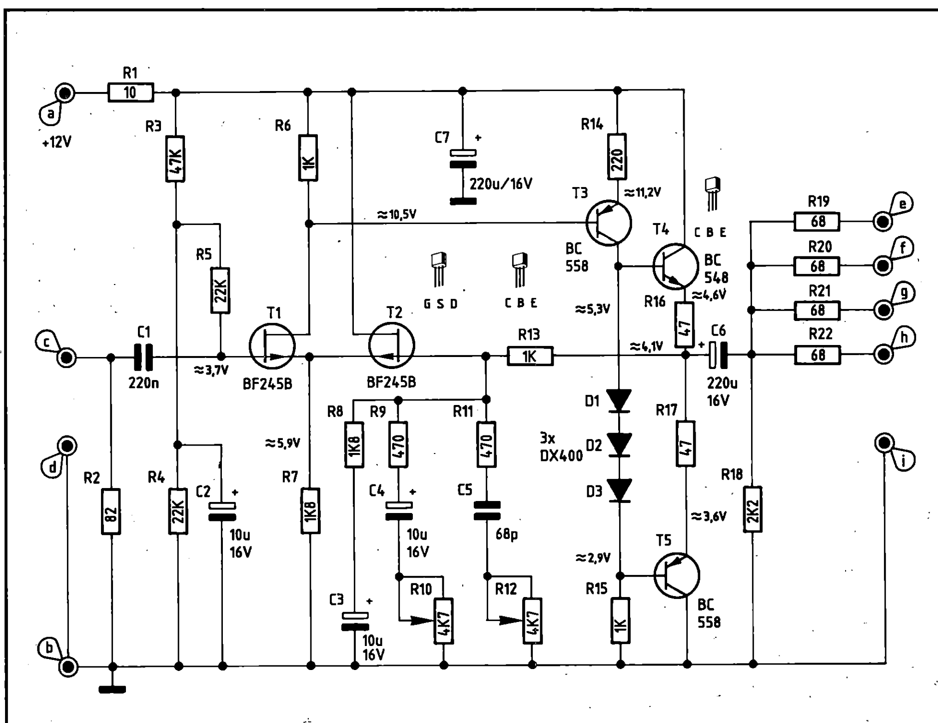
מומלץ מאוד לבנות את המגבר על המעגל המודפס המוכן, כי לתכנון מעגל זה יש חלק נכבד בפעולה התקינה של המכשיר.

שני הנגדים המשתנים (R10 ו-R12) יותקנו על פינים לחיבור (3 לכל אחד).

שים לב שהנקודות המסומנות a-i, באיור 1 מתאימות לאותן האותיות המסומנות על המעגל המודפס. (איור 2).

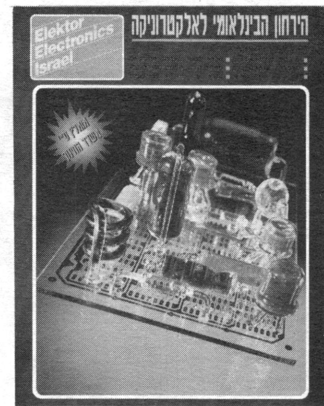
בגלל המגוון של מחברים בהם משתמשים לציוד וידאו, אין רשימת הרכיבים מציינת סוג כלשהו לשמוש. מומלץ לרכוש כבל הקלטה שעשוי במיוחד לוידאו המדובר, יחד עם השקע או התקע המתאים (שיחובר למגבר הקיים).

אותות השמע של הוידאו, או מקלט הטלויזיה המשדר, יחוברו ישירות למבוא/ות של המכשירים המקבלים, מכיון שאין המגבר המתואר עוסק באותות אלו. הסיבה לכך היא, שכמעט שאין הנחתה של אותות שמע, ועכבת הכניסה של מבואות שמע של מכשירי וידאו היא גבוהה. ■

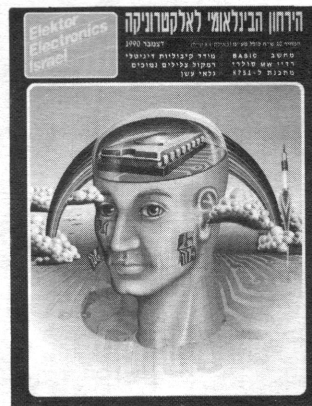


איור 1. תרשים חשמלי של מגבר הקלטה לוידאו.

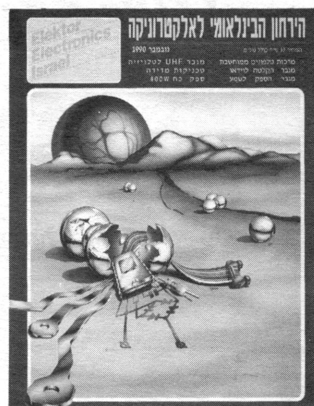
גליון 4



גליון 3



גליון 2



גליון 1



חובב, סטודנט, טכנאי, הנדסאי, ומהנדס.

חברת אלקטורקל בע״מ רכשה את זכויות התרגום וההפצה של הירחון הטוב ביותר בעולם לאלקטרוניקה מעשית, ״אלקטור אלקטרוניקס״.

הירחון יוצא לאור מידי חודש ומסביר בצורה מעשית בניות של מכשירי אלקטרוניקה, ישום של רעיונות ופטנטים בשטח האלקטרוניקה.

בין עשרות הבניות ניתן למצא:

- מערכות אזעקה לרכב ולבית.
- ערבל אותות וידאו (וידאו מיקסר) להפקת סרטי וידאו מקצועים.
- מערכות קליטה מלויינים.
- שיפור ביצועי P.C. ללא היכר באמצעות תכניות בניה פשוטות.

ועוד עשרות רעיונות בנושאים רבים ומגוונים.

כמו כן מתפרסמים בירחון מאמרים שהם החידוש האחרון בתחום האלקטרוניקה, מאמרים אלה הם של טובי המהנדסים והחוקרים ברחבי תבל.

בנוסף לכך משווקת חברת אלקטורקל בע״מ מספר רב של פרוייקטים לבניה עצמית, וספרים של אלקטור בשפה האנגלית.

כמה זה עולה?

הירחון נמכר במחיר היכרות של 10 ש״ח, בחודש אפריל תהיה עליה של 25% במחיר הירחון. עשה מנוי עכשיו במחיר הכרות וחסוך את עליית המחירים.

מחיר ההצטרפות למנויים במבצע ההיכרות הוא 96 ש״ח לשנה (8 ש״ח לירחון כולל מע״מ ומשלוח).

איך עושים מנוי?

א. 1) מלא את פרטיך בספח המצורף.

2) צרף שיק ע״ס 96 ש״ח לפקודת אלקטורקל בע״מ.

3) שלח אל הכתובת: אלקטורקל בע״מ

ת.ד. 41096

תל אביב 61410

ב. באמצעות כרטיס אשראי ישראכרט/ויזה.

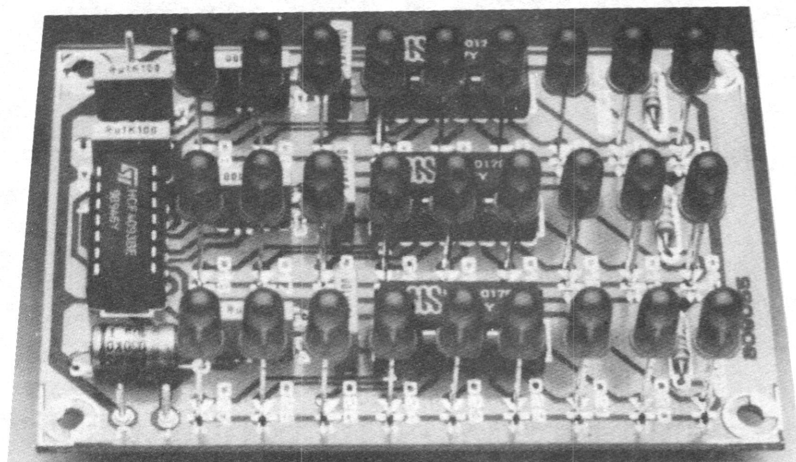
טלפן אל: 03-879619.

פרטים נוספים ניתן לקבל בטלפון: 03-879619.





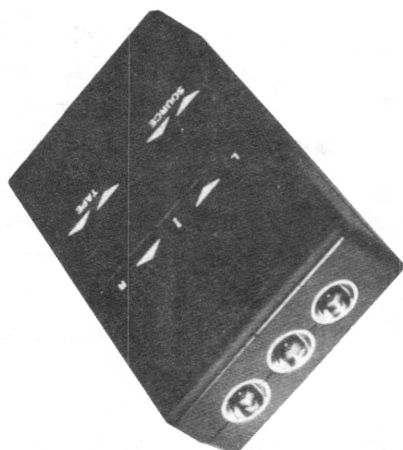




שלושה בשורה אוקטובר - 90

גירסה אלקטרונית של מכונת מזל הנמצאת בבתי קזינו. פשוט, וקל לבניה.

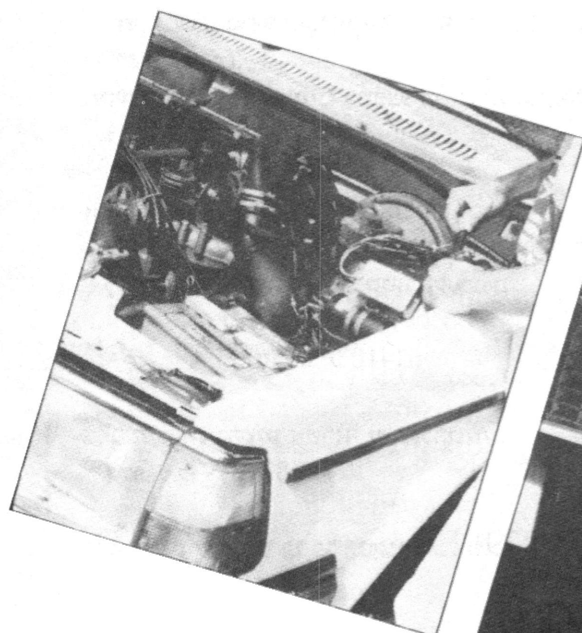
מעגל + רכיבים...........40 ש"ח



שלט רחוק אינפרא אדום - אוקטובר - 90

מערכת שלט רחוק באינפרא אדום ל-16 או ל-10 ערוצים תוך שימוש במינימום רכיבים. המערכת כוללת משדר ומקלט.

מעגלים + רכיבים.........177 ש"ח

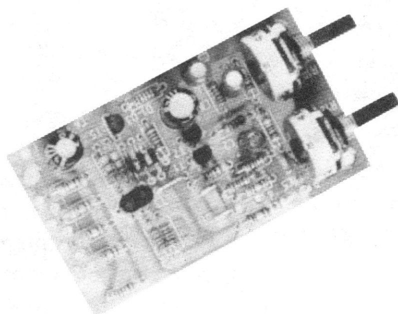




מפסק אורות אוטומטי לרכב - אוקטובר - 90

מדליק ומכבה בצורה אוטומטית את אורות הרכב בהתאם למצב המנוע (מנוע פועל-אורות דלוקים). מתחבר למערכת החשמל ברכב בצורה מקבילית ללא צורך בחיתוך או שינוי החיווט הקיים.

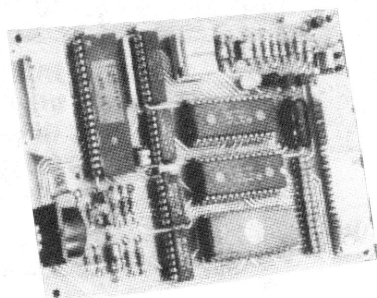
מעגל + רכיבים...........40 ש"ח



מגבר הקלטה לוידאו - נובמבר - 90

מונע ירידת איכות בהקלטה ישירה של סרטי וידאו, ובנוסף מאפשר העברת אותות וידאו ממכשיר אחד לארבעה מכשירים בו זמנית.

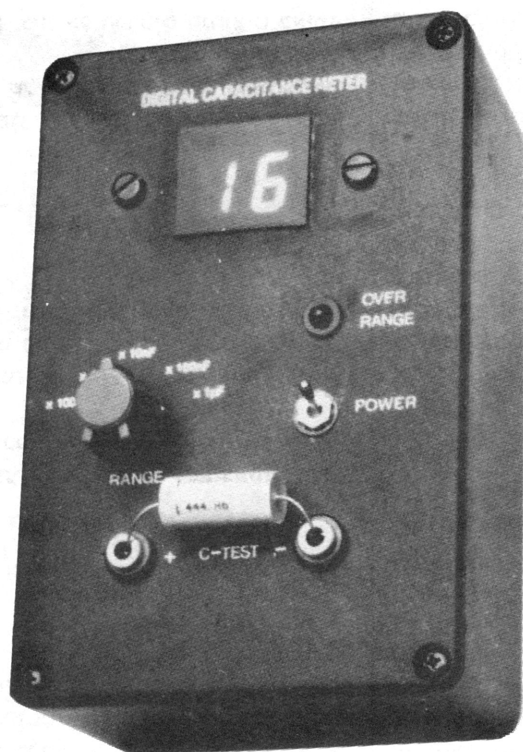
מעגל + רכיבים.........59 ש"ח



מחשב בייסיק - דצמבר - 90

מחשב פשוט לבניה ורבגוני. ניתן בקומפקטיות רבה, וניתן לתכנתו בקלות. מתאים לתחום רחב של יישומים הן ביתיים והן תעשייתיים. שימושיו העיקריים - בבקרת תהליכים וביישומי אוטומציה. את התכניות למחשב יכול לכתוב לבדוק ולדבג (לנפות שגיאות) כל מי שרכש ידיעה סבירה בשפת הבייסיק.

מעגל + רכיבים.........220 ש"ח



מד קיבוליות דיגיטלי דצמבר - 90

מכשיר זול וקל לבניה, הכולל חמישה תחומי קיבוליות המכסים תחום מדידה כולל של 100pF עד ל 100μF.

פועל על סוללה אחת של 9V.

כולל התראה על גלישת תחום (over range) למניעת קריאות מוזרות.

מעגל (עריכה חדשה) + רכיבים.......65 ש"ח

הקיטים אינם כוללים זיווד.

המחירים כוללים מע"מ והוצאות משלוח.

להזמנה יש למלא את ספח ההזמנה שבירחון ולציין: קיט.

שירות לקוראים

אלקטורקל מעמידה לרשות קוראיה אפשרות להזמנת מעגלים מודפסים, תוכנות ולוחות קדמיים של הפרוייקטים המתפרסמים בירחון. כמו כן, את כל ספרי אלקטור בשפה האנגלית. המחירים המתפרסמים בירחון כוללים מע״מ. למחיר יש להוסיף שני ש״ח (2 ש״ח) הוצאות אריזה ומשלוח עבור כל הזמנה. (עבור הזמנת ספר יש להוסיף 3 ש״ח.) להזמנות גדולות יקבע מחיר משלוח ואריזה על פי הכמות. את ההזמנות יש לבצע באמצעות טופס ההזמנה המתפרסם בירחון. את ההזמנה יש לשלוח בדואר לכתובת:

אלקטורקל
מחלקת רכיבים
ת.ד. 41096
תל אביב 61410

ניתן לבצע הזמנות טלפוניות באמצעות כרטיס אשראי ישראכרט או ויזה
טלפון: 879619 -03

בכל מקרה של מספר מוגבל במלאי תנתן עדיפות למנוי הירחון.
שירות נוסף לקוראי אלקטור הוא הזמנת מעגלים מודפסים, תוכנות, ולוחות קדמיים של פרוייקטים אשר התפרסמו בירחונים קודמים בשפה האנגלית. את ההזמנה יש לבצע באמצעות טופס הזמנה תוך ציון כל הפרטים הנחוצים לאיתור המוצר.
בכל מקרה של מספר מוגבל במלאי תנתן עדיפות למנוי הירחון.

תשלום

עבור הזמנות של מעגלים מודפסים שהתפרסמו בירחון.
את ההזמנה יש לשלוח בצרוף שיק לפקודת אלקטורקל.
אין לשלוח כסף מזומן.
כמו כן ניתן לבצע הזמנות באמצאות כרטיס אשראי.

משלוח

המוצרים ישלחו אל המזמין בדואר תוך 7 ימים מקבלת ההזמנה. במקרים שאין במלאי את ההזמנה תיתכן הארכה בזמן המשלוח.

החזרים

החזר של מוצרים אשר נשלחו בטעות יש לבצע מיד עם קבלתם ע״י משלוח בדאר תוך צירוף חשבונית המס.

ביטול הזמנה

ניתן לבטל הזמנה כל עוד לא נשלחה אל הלקוח. ביטול הזמנה תחוייב בתשלום של 15% מערך ההזמנה עם מינמום של 3 שקלים. דמי משלוח ואריזה לא יוחזרו במקרה של ביטול הזמנה.

מנויים

מנויים יכולים להצטרף ע״י משלוח דמי מנוי, שמם, וכתובת למשלוח הירחון אל הכתובת:

אלקטורקל
מחלקת מנויים
ת.ד. 41096
תל אביב 61410

או באמצעות כרטיס אשראי ישראכרט או ויזה
טלפון: 879619 -03

מכתבים

מכתבים בנושאים כללים הקשורים לאלקטרוניקה, בעיות, והערות הקשורות לירחון יש להפנות אל המערכת ולציין על המעטפה - עבור העורך.

מאמרים קודמים

אלקטורקל תפרסם בכל ירחון מאמרים מירחונים קודמים על פי תחומי ההתעניינות של הקוראים ובקשותיהם. הצעות ובקשות יש להפנות בכתב אל המערכת ולציין על גבי המעטפה - עבור העורך.

בעיות טכניות

אלקטורקל עומדת בקשר ישיר עם המשרד הראשי ומתכנני הפרוייקטים. בעיות טכניות בבניית הפרוייקטים יש להפנות בכתב אל המערכת ולציין על המעטפה - מחלקת יעוץ טכני. תשובה תשלח בהקדם לאחר בירור עם המשרד הראשי בחו״ל. אין למערכת אפשרות לתת תשובות טלפוניות לבעיות.

רכיבים

לפרוייקטים המתפרסמים בירחון אין בדרך כלל בעיה להשיג רכיבים אצל המפרסמים בירחון זה. במקרה של קשיים בהשגת רכיב מסויים יתפרסם בירחון מקום מומלץ להשגת הרכיבים.

זכויות יוצרים

כל השרטוטים, תמונות, מאמרים, מעגלים מודפסים, EPROM-ים וקלטות המתפרסמים בירחון זה ואשר התפרסמו בירחונים קודמים (פרט לפרסומי צד שלישי) הם מוגני זכויות יוצרים ואין לפרסמם, ליצרם, או לשדרם בכל צורה ובכל אמצעי, כולל שיכפול צילומי או הקלטה. כמכלול או כחלק, ללא רשות מוקדמת בכתב מאלקטורקל. יש לקבל אשור שכזה בכתב לפני אחסון חלק כלשהוא מהפרסומים הללו במאגר מידע מסוג כלשהוא. בלי קשר לאמור לעיל, ניתן לייצר מעגלים מודפסים לשמוש פרטי ואישי ללא רשות מוקדמת מאלקטורקל.

הגבלת החבות

אלקטורקל לא תהיה אחראית חוזית או בהסכמה או בדרך אחרת בגין אובדן או נזק שיגרמו או נגרמו לקונה כלשהוא או בדרך כלשהיא או בהקשר עם אספקת טובין או שירותים מאת אלקטורקל, אלה להספקת טובין כמתואר, או לברירה בידי אלקטורקל להחזיר לקונה כסף כלשהו ששילם בהקשר לטובין.

התדיינות

כל שאלה המתייחסת לאספקה של טובין ושירותים ע״י אלקטורקל תידון מכל הבחינות לפי חוקי מדינת ישראל.

פטנטים

יכולה להיות קיימת הגנה באמצעות פטנט לתוכניות, התקנים, רכיבים וכו׳ (המתוארים בירחון) אלקטורקל לא תהיה אחראית ולא תהיה לה שום חבות אם נכשלה בזיהוי פטנט שכזה או הגנה אחרת.

צילומי מאמרים (בשפה האנגלית)

ניתן לרכוש דרך אלקטורקל צילומי מאמרים מירחונים קודמים אשר התפרסמו בשפה האנגלית. המחיר הינו 80 אגורות עבור כל עמוד, כולל מע״מ ומשלוח.

ירחונים קודמים

ניתן לרכוש ירחונים קודמים במחיר 10 ש״ח לירחון כולל מע״מ ומשלוח, באמצעות טופס הזמנה הנמצא באמצע הירחון.

טופס מנוי

היה מנוי על הירחון הבינלאומי לאלקטרוניקה

Elektor Electronics Israel

וקבל אותו ישירות לביתך

דמי מנוי לשנה הינם 96 ש"ח
עבור 11 גליונות (גליון כפול בחודשים יולי אוגוסט).
במקום 120 ש"ח שהוא המחיר בדוכני הספרים.

לצורך חתימה על המנוי אנא מלא פרטיך
על גבי התלוש. צרף המחאתך
ושלח למשרדנו. ע"פ הכתובת
אלקטורקל
ת.ד. 41096
תל אביב 61410
כרטיס מנוי לקבלת הנחות
וחשבונית על הסך הנ"ל ישלחו בדואר חוזר

גזור ושלח

לכבוד

אלקטורקל
ת.ד. 41096
תל אביב 61410

Elektor Electronics Israel

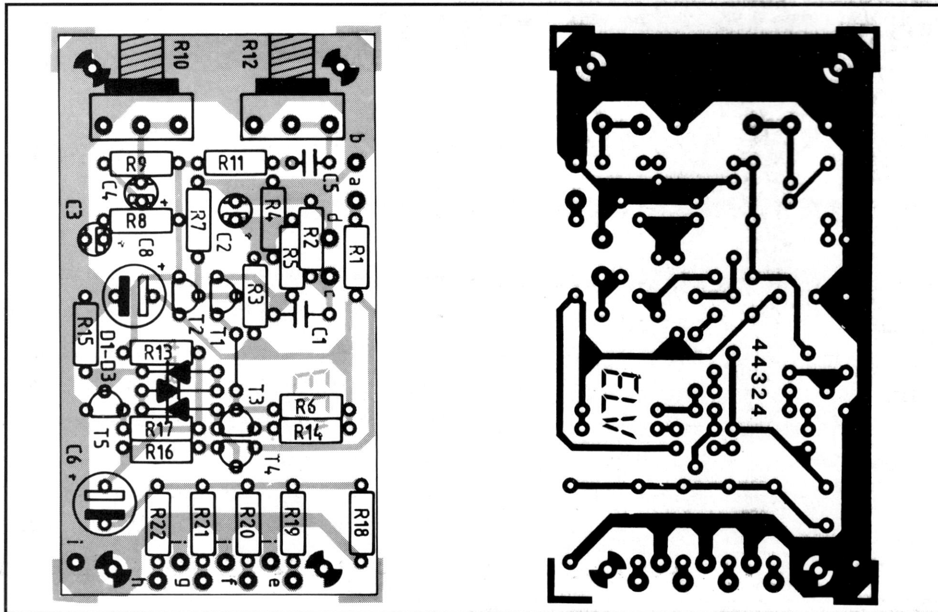
☐ ברצוני לחתום על מנוי שנתי.
מצורפת המחאה בסך 96 ש"ח לפקודת אלקטורקל.

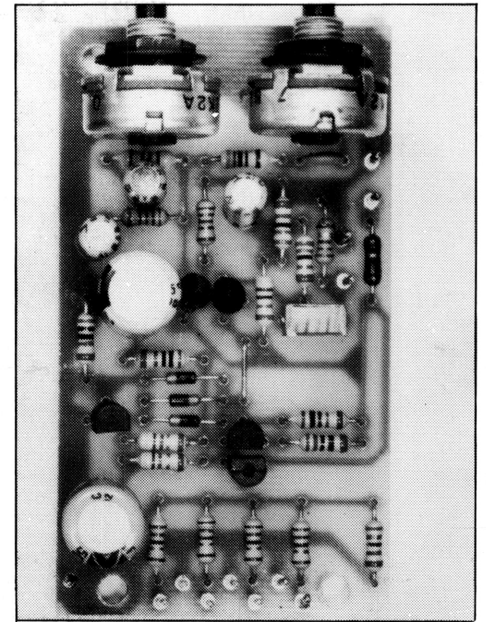
שם ______ משפחה ______

כתובת ______ עיר ______ מיקוד ______

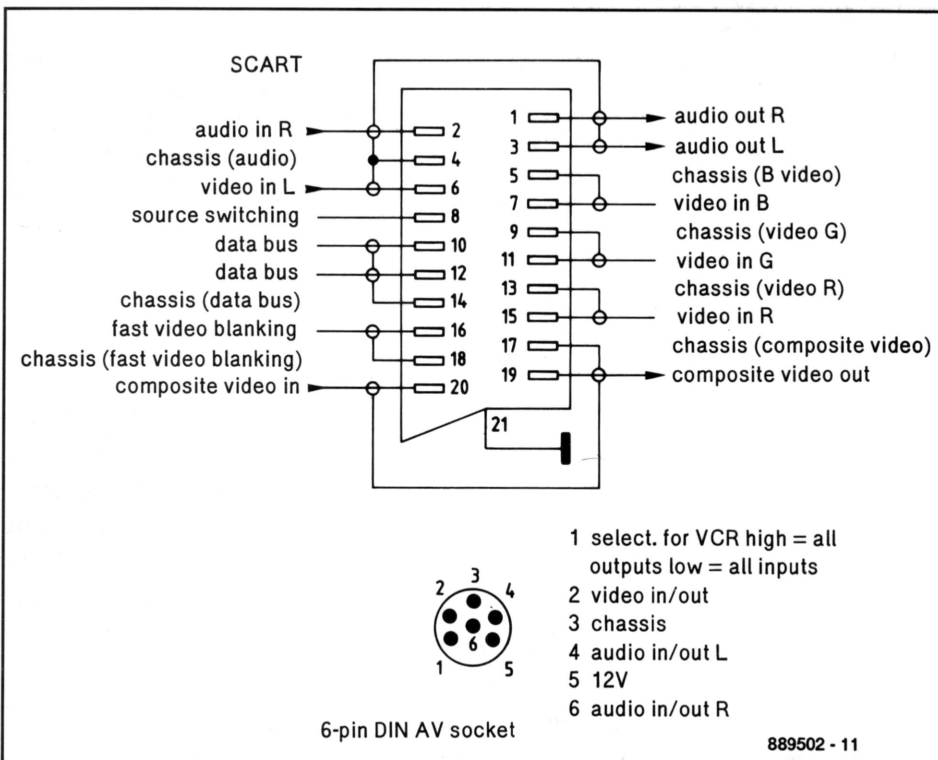
טלפון ______ תאריך ______

חתימה ______

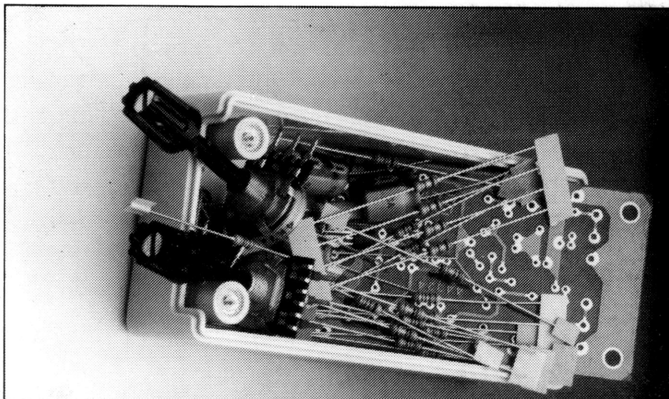




איור 2. **המעגל המודפס עבור מגבר ההקלטה לוידאו.**



איור 3. **תפקוד הפינים במחברים פופולריים המצויים בטלויזיות ובמכשירי וידאו.**



רשימת רכיבים

נגדים:

R1=10R
R2=82R
R3=47k
R4;R5=22k
R6;R13;R15=1k
R7;R11=470R
R10;R12=4k7 linear potentiometer; 4mm Sppindle
R14=220R
R16;R17=47R
R18=2K2
R19-R22=68R

קבלים:

C1=220n
C2-C4=10µF;16V
C5=68p
C6;C7=220µF;16V

מוליכים למחצה:

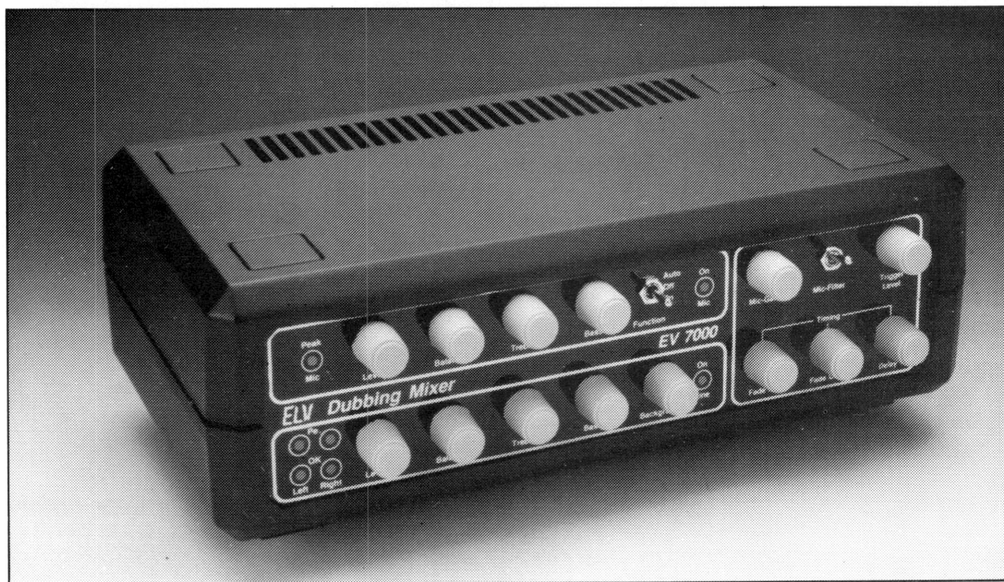
T1;T2=BF245B
T3;T5=BC558
T4=BC548
D1-D3=DX400

שונות:

9 פינים להלחמה
2 כפתורים, המופעלים בלחיצה, קוטר 10 מ"מ, בעלי שנתות.

מערבל דיבוב EV7000

חלק 1: תיאור מעגלים וחיבור



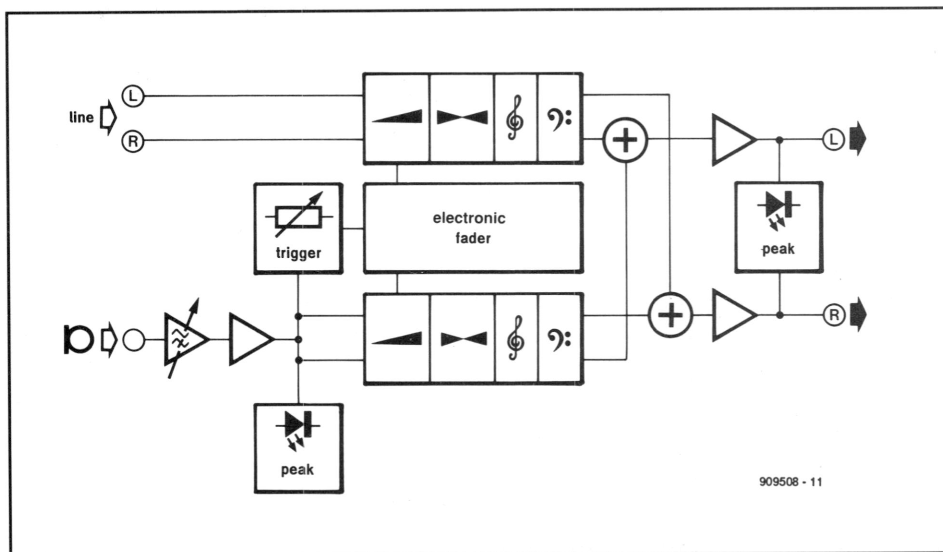
מערבל קול זה, המתוכנן ומשווק על ידי ELV כערכה להרכבה עצמית, מאפשר מבחר של פעולות הדעכה (FADING), דיבוב, והרכבות קול עם אפקטים. ערוץ הקול יכול לעקוף את ערוץ המוזיקה אוטומטית (על ידי בקרת קול) או ידנית. כל הפעולות של היחידה מתבצעות בקלות, באמצעות 14 בקרים ושני מפסקים קפיציים.

מערבל דיבוב מסוג EV7000 משמש, בדרך כלל, במסיבות ובהצגת סרטים או שקופיות, וזאת כאשר יש צורך לעקוף את ערוץ המוזיקה (רקע) למטרת הודעות או הערות. להעברה חלקה בין ערוץ קול לערוץ מוזיקה, יש צורך במדעך כגון זה המתואר כאן. בקרי צליל נפרדים מאפשרים קבלת איכות שווה בשני ערוצים. בנוסף, קיימים ביחידה בקרים נפרדים לווסות העוצמה והאיזון (balance).

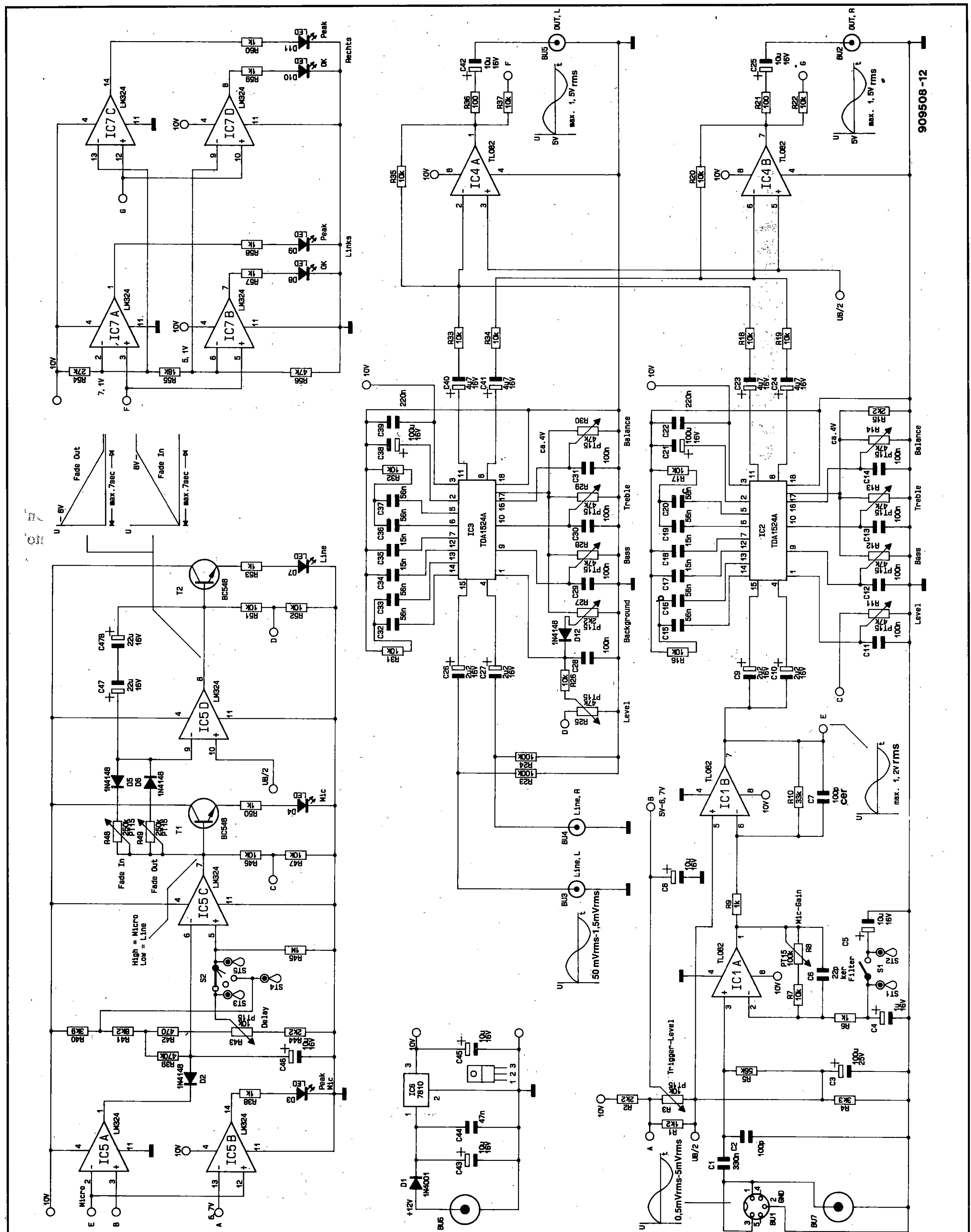
הפעלה ובקרים

כפי שניתן לראות בתצלום למעלה, ממוקנים כל הבקרים והמחוונים של המערבל בלוח ההפעלה הקדמי. מחברי המבוא והמוצא, מותקנים בחלק האחורי. לפני שמתחילים להשתמש ביחידה, יש לחבר אותה למקור מתח ולציוד הקול הקיים. ממיר קטן עם מוצא של 12V וכ-300mA יחובר לשקע ה-3.5 מ"מ בלוח האחורי. נוריות 'Mic On' ו-'Line On' בלוח הקדמי נדלקות, לחיווי מצב ההפעלה של המערבל.

מומלץ לחבר את המערבל בין הקדם מגבר לבין מגבר ההספק. אות מוצא הסטראו המסופק מהקדם מגבר, מחובר לשקעי כניסה מסוג RCA הנמצא בחלק האחורי של המערבל. המוצאים של המערבל מחוברים לכניסות של מגבר ההספק. כאשר משתמשים בקדם מגבר בעל ערוץ יחיד (MONO), המוצא שלו מתחבר לערוץ הכניסה השמאלי של המערבל, והימני נשאר ללא שימוש. מגבר הדיבוב כולל מגבר פנימי המסוגל לטפל



איור 1. מערבל דיבוב - תרשים מלבנים



איור 2. תרשים מעגלי מערבל הדיבוב. היחידות המרכזיות הם שני רכיבי עיבוד אותות שמע מסוג TDA1524A (IC2, IC3).

ברמות כניסה של בין 50mVrms לבין 1.7Vrms, כך שלמעשה ניתן לחבר מקור אותות כלשהו.

הרמה המירבית של אות המוצא הסטריאופוני מהמערבל היא כ-1.7Vrms, וניתנת לכיוון לערך נדרש בתחום של 100dB.

המגבר כולל שני שקעי מבוא למיקרופון המחוברים במקביל: אחד לתקע 3.5 מ״מ, והאחר לתקע DIN.

הבקרים בלוח הקדמי מאורגנים בשלושה איזורים, המוקפים בקוים לבנים. חלק גדול מהמתואר בהמשך, לגבי הפעולה הבסיסית של המערבל, מומחש ע״י תרשים המלבנים שבאיור 1.

◆ הבקרים של ערוץ **המיקרופון** ממוקמים בחלק העליון משמאל, של הלוח הקדמי. הנורית (LED) שבקצה השמאלי מציינת את רמת השיא של המיקרופון. בקרי גוון הצליל והעוצמה משפיעים על ערוץ המיקרופון בלבד. המפסק הקפיצי המסומן ב-'Function' מאפשר בחירה בין שלושה אופנים:

'Off' לביטול ערוץ המיקרופון;

'On' להפעלת ערוץ המיקרופון;

'Auto' להפעלת פונקציית בקרת קול אוטומטית (VOX). כאשר פונקצייה זו נבחרת, היא מספקת הדעכה אוטומטית, כאשר רמת המיקרופון עוברת רמה שנקבעה מראש. ההדעכה נפסקת אוטומטית, כאשר רמת המיקרופון יורדת מתחת לרמה שנקבעה מראש.

מצב VOX מצויין על ידי נורית 'Mic On'.

◆ בקרי ערוץ **הקו** ממוקמים באיזור השמאלי התחתון של הלוח הקדמי. ארבע הנוריות שבצד שמאל משמשות כחיווי על רמת המוצא של שני הערוצים. נוריות 'OK' ידלקו, כאשר האותות יהיו ברמה מספקת. רמת מינימום של האות, מצויינת על ידי נצנוץ נוריות 'OK'.

בדומה לערוץ המיקרופון, כולל ערוץ הקו בקרים נפרדים לגוון צליל ולעוצמה, והם מסומנים ב-background. בקר העצמה קובע את רמת הרקע של המוזיקה, כאשר ערוץ הקול מופעל. כאשר יכוון נגד כוון השעון עד סוף טווח, ערוץ המוזיקה מודעך לגמרי במהלך השמעת הקול.

נורית 'Line On' מציינת הפעלה והפסקה של פעולות ההדעכה. העוצמה שבה הנורית מאירה, מהווה חיווי גס על רמת מוזיקת הרקע במשך הכנסת ערוץ הקול. כאשר הנורית מאירה בעוצמה מירבית, ערוץ המוזיקה נמצא ברמה מירבית, כלומר ערוץ המיקרופון אינו פועל.

◆ **הפעולות הבסיסיות** נקבעות באמצעות הבקרים, הממוקמים באיזור הימני של הלוח הקדמי. פוטנציומטר 'Mic Gain' קובע את ההגברה של ערוץ המיקרופון. את הפוטנציומטר יש להציב במצב המאפשר קבלת עוצמת מיקרופון מספקת, כאשר בקר 'Mic level' בשליש מהלכו. המפסק הקפיצי, המסומן 'Mic filter' מאפשר להגביל את תחום התדר הנמוך ל-200 Hz. מצב זה מתאים במיוחד להדעכת רעשי קרקע, המיה והפרעות תדר נמוך אחרות. כאשר המסנן אינו בפעולה, התדר מתחיל מערך של כ-20Hz המאפשר לערוץ המיקרופון להיות שמושי אף לאותות מוזיקה.

בקר 'trigger level' קובע את רמת הסף של פונקציית VOX שהוזכרה קודם. סיבוב הבקר בכיוון השעון מעלה את רמת הסף של המיתוג, כלומר הדעכת המוזיקה ברמת ערוץ מיקרופון גבוהה יותר. בקר 'trigger level' פעיל אך ורק כאשר מפסק 'function' נמצא במצב 'auto'.

שלושת בקרי התזמון שבפינה הימנית התחתונה, מאפשרים לשנות את מהירות הפעלת והפסקת פעולת ההדעכה כנדרש. בקר 'fade in' הוא בעל תחום של 0 עד 7 שניות והוא אינו מושפע מהצבת הזמן, של בקר 'fade out'. בקר 'delay' קובע את הזמן שבין סיום שליטת ערוץ הקול לבין הדעכת ערוץ המוזיקה. התחום של זמן זה הוא בין 0 ל-5 שניות. כמו בקר רמת VOX, גם בקר 'delay' פעיל רק במצב 'auto'. פעולה זו נועדה למנוע את הפסקת ההדעכה של ערוץ המוזיקה, בזמן הפסקות קצרות בערוץ המיקרופון.

תיאור מעגלים

המרכיבים העיקריים בתרשים שבאיור 2 הם שני רכיבי עיבוד שמע מסוג TDA1524A. כל פרמטרי האות (עוצמה, איזון וגוון צליל), נקבעים על ידי מתחי בקרה.

קווי אותות שמאל וימין, מסופקים לשקעים BU3 ו-BU4 בהתאמה, והם מוזנים לפיני כניסה 4 ו-15 של רכיב ה-TDA1524A (IC3) דרך קבלי צימוד C26 ו- C27. מאחר וכל הרכיבים האקטיביים מוכללים ברכיבי ה-TDA1524A, נדרש מספר קטן של קבלים ונגדים להשגת פונקציות התניית האותות. רמת הבס נקבעת באמצעות C32, R31 ו-C33 עבור ערוץ שמאל, ובאמצעות C36, R32 ו- C37 עבור ערוץ ימין. בקרת ה-TREBLE מצריכה קבל אחד בלבד: C34 (שמאל) ו-C35 (ימין). קביעת מצבם של הבס וה-TREBLE מתבצעת באמצעות פוטנציומטרים אלקטרוניים ב-TDA1524. פוטנציומטרים אלה מבוקרים על ידי מתחים חיצוניים. העוצמה נקבעת דרך פין 1. רמת הבס - דרך פין 9, ה- TREBLE - דרך פין 10, והאיזון דרך פין 16. כאשר מסופק מתח של 10V, יהיה תחום מתח הבקרה בין 0.25V ל-4.0V עבור כל הכניסות. רמת מתח האספקה כמעט ואינה משפיעה על הקביעה ההתחלתית, וזאת מאחר הפוטנציומטרים שקובעים את פרמטרי הקול, R27-R30, מחוברים למתח הייחוס המסופק על-ידי פין 17 של TDA1524A. קבלים C28 עד C31 משמשים לביטול רעשים הנוצרים בעת סיבוב הפוטנציומטרים.

שני בקרי העוצמה, הפועלים בפין 1 של IC3 יוצרים תצורה מיוחדת שבה דיודה D12 מהווה רכיב חשוב. מתח הבקרה שבזחלן פוטנציומטר R25 מוזן לפין 1 ב-IC3 דרך R26 ו-C28. המתח החיובי לפוטנציומטר, מסופק על ידי המוצא של IC5 ומחלק מתח R51-R52.

באופן 'line' מסופק ל-R25 מתח של כ-4V המאפשר כיסוי של כל תחום העוצמה. עם הפעלת המיקרופון, יורדת רמת המתח המסופק לפוטנציומטר לכמעט OV, מה שיגרום, בדרך כלל, להדעכת המוזיקה כליל. אך דיודה D12 שומרת על מתח בקרת עוצמה מיזערי של 0.7V מתחת לרמה הנקבעת על ידי R27, המבקר את עוצמת ה-'backround'. הפעולה של מעגל הדחיפה שמסביב ל-IC5, תובהר בהמשך.

הקבל האלקטרוליטי C38 מהווה חוצץ לאספקת המתח הפנימי ל-TDA1524A בעוד ש-C39 מסנן את המתח המסופק למעגל.

אותות המוצא בפינים 11 (שמאל) ו-8 (ימין) של TDA1524A, מוזנים לכניסות המסכמות של המגברים המהפכים IC4A ו-IC4B דרך C40-R33 ו-C41-R34. פעולת הסיכום כוללת את שני האותות (שמאל וימין), וכן את האות המיקרופון המסופק על ידי IC2. רכיבים בעלי ערכים זהים לאלה שמשמשים לאותות הקו, מעבירים את אות המיקרופון מפיני מוצא 8 ו-11 של IC2 לפיני הכניסה 2 ו-6 של IC4. מגברי ההפרש IC4A ו-IC4B משמשים להיפוך ולחציצה של האותות.

אותות ערוץ שמאל מגיעים לשקע היציאה BU5 דרך פין 1 במוצא של IC4A, ו R36-C42. בצורה דומה, מגיע ערוץ ימין ל-BU2 דרך פין 7 של IC4, ו-R21-C25.

אותות המיקרופון מטופלים על-ידי IC2 ופוטנציומטרים R11 עד R14, בצורה דומה לזו שתוארה עבור מגבר הקו IC3. מתח האספקה לפוטנציומטרי העוצמה, מסופק על-ידי פין 7 של IC5C ומחלק מתח R46-R47. שתי הכניסות של IC2 נדחפות במקביל על ידי המוצא של מגבר ההפרש IC1B.



שיטות מדידה (חלק א')

מאת F.P.Zantis

אנשי מקצוע רבים בתחום החשמל והאלקטרוניקה שמים את מבטחם בציוד המדידה שלהם, ומאמינים בתוצאות המוצגות על גבי מכשירים אלה, במיוחד כאשר התצוגה היא סיפרתית (דיגיטאלית). אך מעבר למדידה החשמלית עצמה מסתתרים דברים נוספים, כמו הכרת מכשיר המדידה בו משתמשים ומטרת המדידה. בעזרתם ניתן לבחור את מכשיר המדידה המתאים ביותר לביצוע מדידה נתונה. שקילת והבנת התוצאות המתקבלות מהווים את הצעד החשוב הבא.

ההנחה הבסיסית היא, כי כל מכשיר מדידה מייצר טעות או סטייה.

גדלן של סטיות כאלו, וכיצד להגיע לתוצאות בעלות משמעות, הינן מטרתם של סידרת מאמרים זו!

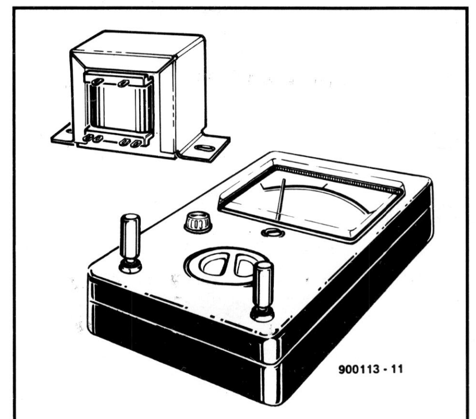
בכל המכשירים ישנן מספר סטיות הניתנות למניעה, או לפחות לצמצום ניכר ע"י הכרת מכשיר המדידה שבשימוש. טעויות מדידה כאלה ניתנות לסיווג לפי ארבעה סוגים עיקריים:

1. **טעויות שיטתיות**

טעויות שיטתיות מתקבלות ביחס ישר לאיכותו של מכשיר המדידה שבשימוש, ונובעות כתוצאה מאי-דיוקים בתיכנון, ייצור, הרכבה וכיול המכשיר. ככל שיצרן המכשיר הקפיד בתחומים הללו הטעויות תהיינה קטנות (ומחירו של המכשיר יהיה גבוה יותר).

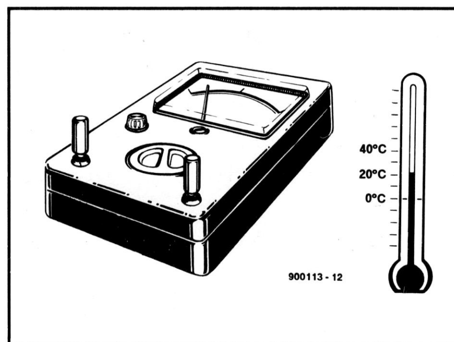
2. **טעויות בשל תנאי סביבה**

טעויות אלו מושפעות ממיקום גיאוגרפי, טמפרטורה, לחות, שדות חשמליים ומגנטיים. גורם שכיח ביותר הינו שדה אלקטרומגנטי הנוצר מסביב לשנאי (ראה איור 1), אשר עלול לגרום



איור 1.

לכך שהמדידה חסרת ערך או בלתי אפשרית לביצוע. אפילו השדה המגנטי של כדור-הארץ עלול לעוות את המדידה. למשל: השפעתו על קרן האלקטרונים האופקית במשקף התנודות (אוסצילוסקופ). רמת ההשפעה נקבעת ע"י מיקומו של המשקף במעבדה. מבחינים בהשפעתו של שדה זה על הקרן, ע"י כך שהקו האופקי אינו מקביל לקווי המדידה האופקיים המשורטטים ע"ג המסך. מיסוך משקף התנודות אינו יעיל, אלא יש צורך במכשיר מאיכות טובה יותר בעל שליטה ובקרה על תנועתה של הקרן.



איור 2.

אין לזלזל בהשפעתה של טמפרטורת הסביבה (ראה איור 2). ציוד מדידה מכויל, בד"כ, בטמפרטורת סביבה של 20 מעלות צלסיוס. כאשר ישנה סטיה של 10° מטמפרטורת הכיול, סביר שתהיינה סטיות וטעויות בתוצאת המדידה המתקבלת.

בציוד מדידה אנלוגי ישנה חשיבות לעובדה-האם המכשיר עומד או שוכב (ראה איור 3).

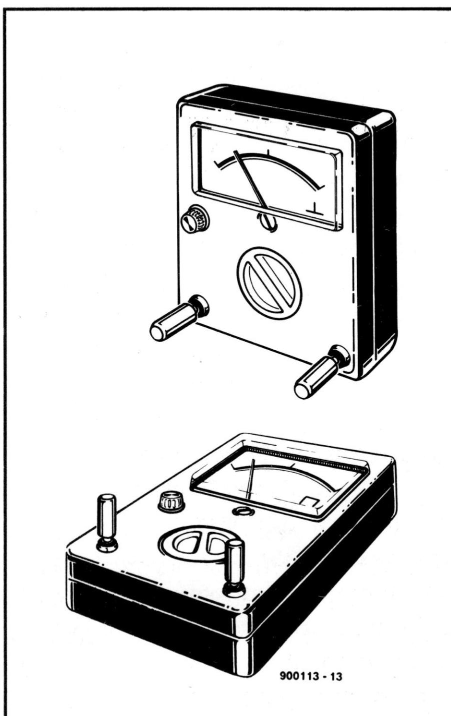
3. **טעויות אנוש**

טעויות אנוש קורות כשלמשתמש לא ברורה מטרת המדידה, או כאשר אינו מכיר את ציוד המדידה. לעיתים הסיבה היא שני הגורמים יחדיו. מקרה טיפוסי הוא כאשר לא יודעים את התנגדות הכניסה של המכשיר בעת ביצוע מדידת מתח (טעות הגורמת העמסה לא נכונה של מקור המתח), ובשל בחירת תחום מדידה שגוי במכשיר. רשלנות במדידה או ברישום תוצאותיה הינם סיבה נוספת לטעויות אנוש במדידה.

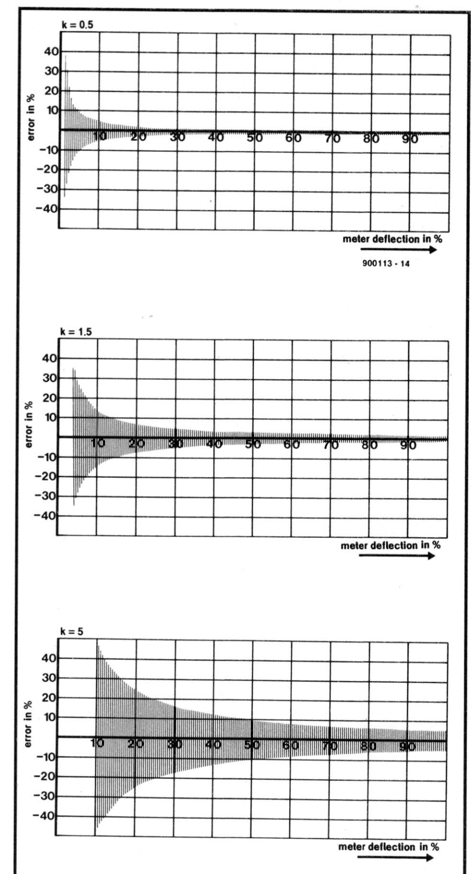
4. **טעויות בבחירת הציוד**

טעויות כאלה עלולות לנבוע מאי התאמת ציוד המדידה למדידה שצריכה להתבצע. לדוגמא, כאשר אין התאמה בין עכבת מכשיר המדידה לעכבת המבוא של המכשיר הנמדד.

טעויות נפוצות הינן טעויות בקריאת התוצאה הנמדדת במכשירים אנלוגיים. במכשירים אלה צריך לקרוא את התוצאה כשהעין מול מחוון (מחוג) המכשיר, ע"מ למנוע טעויות בקריאה כתוצאה מעיוות פאראלקסי (Parallax). לחלק מהמכשירים ישנה מראה מתחת ללוח הקריאה ע"מ להבטיח שהמחוון קורא נכון (במקרה כזה אין לראותו במראה).



איור 3.



איור 4.

טעויות בביצוע

רוב מכשירי המדידה עדיין מבוססים על טכניקת מדידה אנלוגית, ובעלי תצוגה אנלוגית. יש לכך סיבות טובות, כפי שנראה בהמשך הסידרה.

דיוקם של מכשירי המדידה האנלוגיים מוצג בד"כ באחוזים (טעות מוחלטת) ממלוא תצוגת המסך (FSD). יש לשים לב שלרבי המודד ישנם אחוזי סטיה שונים במדידה של זרם חילופין ושל זרם ישר. ז"א, לדוגמה, שהמחוון (מחוג) במכשיר בעל סטיה של 1.5% בתחום מדידה של 10V יכול להראות בכל מדידה תוצאה שהסטיה שלה היא עד 150mV מהתוצאה הנכונה.

לכן, כאשר מתח של 1V נמדד התוצאה יכולה להיות בין 0.85V לבין 1.15V. זה מציג לנו טעות יחסית מירבית של 15%! אם באותו תחום מדידה נמדוד מתח של 9V התוצאה האמיתית תמצא בין 8.85V לבין 9.15V. הסטיה המירבית תהיה 0.15/9x100%=1.67%.

משתי הדוגמאות הללו נובע, שבמדידות בקצה הנמוך של תחום המדידה, קביעת התוצאה הנכונה הינה יותר בגדר ניחוש מאשר מדידה מדוייקת; באמצע התחום התוצאה הינה אמינה בקושי, כאשר בקצה העליון של תחום המדידה התוצאה הינה בעלת סטיה, העומדת בהתאם לסטית המכשיר הנקובה. מכאן נובע, שע"מ לקבל דיוק טוב יותר במדידה צריך לבחור בתחום מדידה מתאים במכשיר המדידה (בו נוכל לקבל את התוצאה הקרובה ביותר לקצה התחום). איור 4 מראה לנו את הסטיה היחסית באחוזים של שלושה מכשירים, אשר הסטיה המירבית הנקובה לגביהם היא 0.5%, 1.5% ו-5% בהתאמה. שים לב לעליה המהירה של הטעות היחסית בקריאות הנמוכות של המכשיר.

התאמת תחום המדידה לסוג המדידה המבוצעת

חשיבות בחירת תחום המדידה המתאים תודגם ע"י הדוגמאות המובאות להלן: נניח שיש למדוד מתח חילופין של 20V לערך ושני מכשירי מדידה עומדים לרשותנו. אחד מהם בעל סטיה מירבית של 0.5% ותחומי מדידה (FSD) של 1V, 10V, ו-100V, בשעה שלמכשיר השני סטיה מירבית נקובה של 1% ותחומי מדידה (FSD) של 3V, 30V ו-300V.

את המכשיר הראשון יש להציב על תחום מדידה של 100V והטעות היחסית תהיה:

0.5/20x100%=2.5%

את המכשיר השני יש להציב על תחום מדידה של 30V, כשהטעות היחסית תהיה:

0.3/20x100%=1.5%.

מכאן נובע, שהמכשיר הפחות מדוייק נותן במקרה זה תוצאה מדוייקת יותר! זוהי נקודה חשובה, אותה יש לזכור כאשר רוכשים מכשיר מדידה: תחומי המדידה של המכשיר צריכים להתאים לערכים אותם אנו צופים למדוד. כאשר עיסוקך הוא באלקטרוניקת זרם חזק תזדקק למכשור שונה מזה שלו תזדקק בעיסוק בתחומי הטלביזיה והרדיו.

מכשירים סיפרתיים (דיגיטאליים)

במכשירים סיפרתיים הדיוק בד"כ קשור לערך המוצג. יתרה מכך, בשל ההמרה ממדידה אנלוגית לתצוגה סיפרתית, הדיוק של הסיפרה האחרונה צריך להילקח בחשבון. בד"כ, הדיוק של הערך המוצג הוא ספרה אחת, למרות שישנם מכשירים בעלי דיוק של 2 ספרות ויותר.

סה"כ הדיוק האופייני הוא:

- למדידת מתח ישר: 0.1% מהמתח הנמדד ±1 ספרה.
- למדידות מתח חילופין: 2% מהמתח הנמדד ±7 ספרות.
- למדידות זרם ישר: 0.35% מהזרם הנמדד ±1 ספרה.
- למדידות זרם חילופין: 0.9% מהזרם הנמדד ±3 ספרות.

אילו מדידת מתח החילופין שבדוגמה, בערך של 20V, היתה מבוצעת ע"י מכשיר סיפרתי, הקריאות המתקבלות היו בין

20x1.02+0.1x7=21.1V

לבין

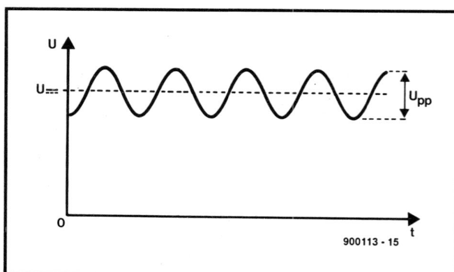
20x1.02-7x0.1=18.9V

בהתאמה.

הטעות היחסית היתה

1.1/20x100%=5.5%

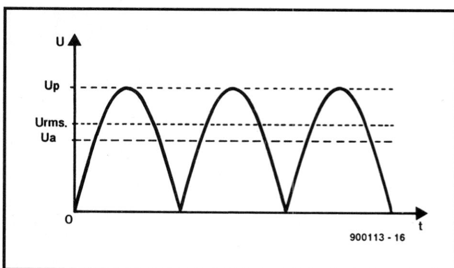
זה מראה, שהמכשירים הסיפרתיים אינם בהכרח מדוייקים יותר מהמכשירים האנלוגיים, כפי שלא מעט אנשים נוטים לחשוב. שים לב: העקומה באיור 4 מתייחסת גם למכשירים הסיפרתיים.



איור 5.

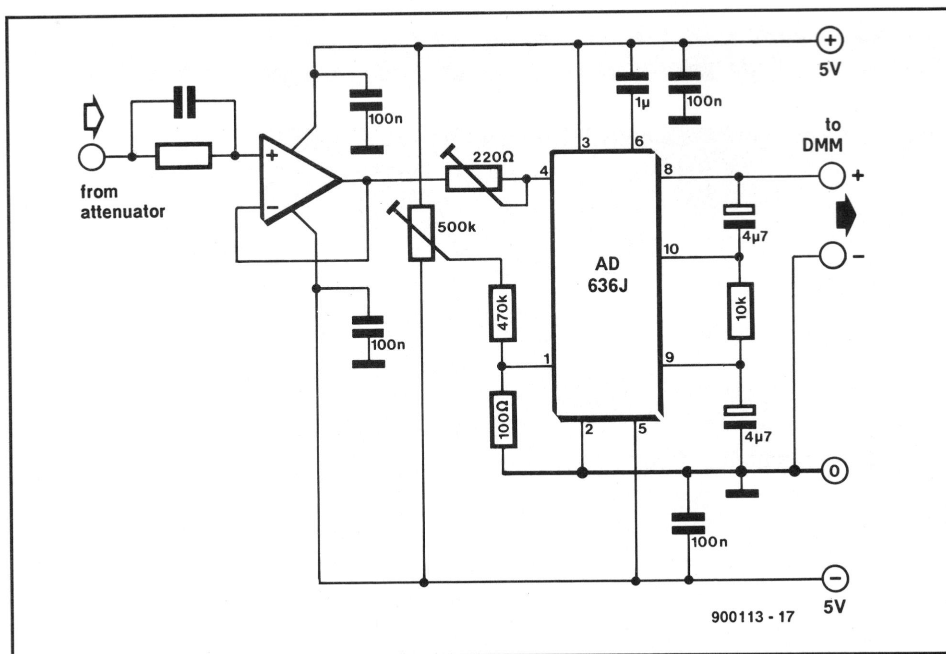
הגודל הנמדד והמכשיר

לגודל הנמדד יכולה להיות צורת גל כלשהיא. בשל כך, מכשירים שונים ו/או שיטות מדידה שונות יתנו תוצאות שונות כאשר גלים אלה יימדדו. רק כאשר בסיס המדידה ידוע, תהיה לתוצאת המדידה משמעות כלשהיא. לדוגמה, מכשיר מדידה עם סליל נע ללא מיישר יראה את הממוצע החשבוני של הגודל. ערך ממוצע זה, עבור גל חילופין טהור של מתח (או זרם) הוא אפס, כך שהמחוון של המכשיר לא יראה שום ערך. (ראה איור 5). אם נמדוד במכשיר זה מתח (או זרם) מורכב, הוא יציג רק את רכיב ה-D.C.. יש לשים לב לערכו של רכיב החילופין במדידה, היות ואם ערכו יהיה גבוה מדי, הוא עלול לפגום בסליל המכשיר, למרות שלא נראה השפעה על ערך ה-D.C. הנמדד באותו הזמן.



איור 6.

ע"מ למדוד מתח או זרם חילופין באמצעות מכשירי סליל נע, יש לחבר מיישר בטור למודד. כזה הוא המצב. כשמציבים מכשיר מדידה אנלוגי על אחד מתחומי ה-A.C.. המכשיר יציג את



איור 7.

ממוצע ה-.D.C של הגל המיושר (ראה איור 6). הממוצע החשבוני של מתח סינוס מיושר הוא: Ua=0.318 Urms, וזהו הערך אשר יוצג ע"י המודד. בכל מקרה תצוגת המודד מכויילת לערכי r.m.s ישנו יחס קבוע בין ערכי .r.m.s של מתח או זרם חילופין לבין ממוצע הערך המיושר, אשר תלוי בצורת הגל הנמדד. הערך הנתון לעיל נכון רק לגבי גל סינוס. אם המתח או הזרם הם ריבועיים יש לכפול את קריאת המודד ב-0.89 ע"מ למצוא את ערך ב-.r.m.s. כאשר גל משולש נמדד הטעות היא זניחה: הערך האמיתי יהיה אז גדול יותר רק ב-0.36% מהערך המוצג.

יהיה זה טיבעי שנצפה, שאותם דברים יהיו נכונים לגבי מדידה במכשירים סיפרתיים: אולם, לרוע המזל אין זה כך. בתלות בשיטת המדידה עלולות להופיע סטיות אשר למעשה לא ניתן לחזותן מראש. בחלק מהמכשירים (היקרים שבהם) ניתן להציג את ערך ה-r.m.s האמיתי של המתח או הזרם הנמדד. מכשירים אלה מחשבים את ערך ה-r.m.s ללא תלות בצורת הגל.

גורם חשוב אחר פרט לצורת הגל, אשר יש להתחשב בו, הינו התדר של המתח או הזרם הנמדד. מרבית המודדים הסיפרתיים מתוכננים למדוד מתח או זרם חילופין בתדר שאינו עולה על 400Hz. מכשירים אנלוגיים בעלי עלות דומה הינם בעלי ביצועים טובים יותר ומסוגלים למדוד את אותה המדידה עד לתחום ה-KHz.

במכשירי מדידת .D.C סטנדרטיים רבים מתאפשרת מדידת r.m.s. תודות לשימוש במיגוון מעגלים מיוחדים, המחשבים את ערכו מתוך מתח החילופין הנמדד וממירים אותו למתח ישר, אשר נקרא בדרך המקובלת. מעגלים אלה מבוססים על מעגל משולב מיוחד: מעגל טיפוסי כזה מופיע באיור 7. (ראה ברשימת המקורות את מקורות 1 ו-2).

כאשר מבצעים מדידה באמצעות משקף תנודות ניתן להבחין בערך הרגעי של הגל הנמדד, להרף עין. כך ניתן להבחין לפחות בשיאו של המתח או הזרם הנמדד. בכל אופן, קביעת ערך ה-r.m.s. אפשרית רק כאשר צורת הגל רגילה ומקדם ההמרה ידוע.

לעיון נוסף:

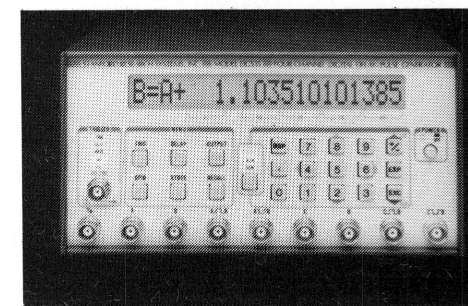
1."RMS-to-DC converter". Elektoe Electronics. July 1986

2. "True RMS DVM ", Elektor Electronics, December 1989

מחולל דפקים ומשהה ארבע ערוצי

מחולל הדפקים והמשהה הארבע ערוצי המדוייק אשר הוכרז ע"י היצרן Fieldtech מציע דיוק רב, בביצוע תחום רחב ועיוות נמוך.

כמחולל השהייה סיפרתי ארבעת היציאות של היחידה ניתנות לתיכנות למירווחי זמן שבין 0 ל-1000 שניות בקפיצות של 5 פיקו שניה. בסיס הזמן הקבוע מספק דיוק של 25ppm, אולם, ניתן



לקבל כתוספת מיוחדת דיוק של 1ppm. ה-Jitter של כ"א מהיציאות הוא פחות מ-50ps בתוספת חלק אחד מ-10^8 של ההשהיה המתוכנתת. כל היציאות חוזרות לרמה הבסיסית שלפני ההפעלה בערך של 800ns מתום ההשהיה הארוכה ביותר.

כמחולל דפקים (פולסים) מדוייק, ארבעת מרווחי הזמן מגדירים שני דפקים לשימושים הדורשים רוחבי דופק מבוקרים בדייקנות. המיקום והרוחב של כל פולס ניתנים לשליטה מלוח ההפעלה הקדמי או באמצעות GPIB. מחברי ה-BNC שבחזית המכשיר מאפשרים יציאות מהירות עבור ECL, NIM, TTL או ביציאות ברמות הניתנות לוויסות. פולסים אלה והמשלימים שלהם מסופקים דרך יציאות ניפרדות שבחזית המכשיר. ניתן לכוון את היציאות לעבודה בקווים של 50Ω או בעכבות גבוהות יותר.

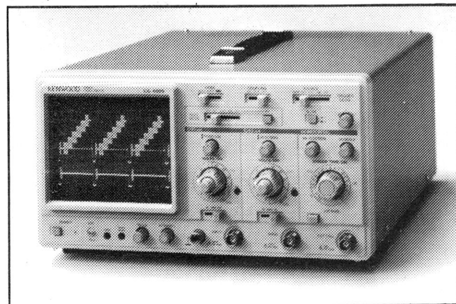
Fieldetech Heathrow Ltd, Huntavia House, 420 Bath Road Longford, West Drayton UB7 0LL England

משקף תנודות 20MHZ בעל רוחב פס מלא ורגישות גבוהה

משקף התנודות CS4025 מתוצרת Kenwood הינו דגם ל 20 מה"ץ בעלות נמוכה, בעל מסך 80x100 מ"מ (בחלוקה של 8x10). רגישותו ניתנת לכיוון (בין 5mV/div ו 5V/div) למלוא רוחב הפס: אפשרויות עבודה ברגישות גבוהה של 1mV/div ו-2mV/div אפשרית עד לתדירות של 5 מה"ץ. בסיס הזמן ניתן לשינוי מ 0.5ns/div עד ל-0.5s/div. מהירות הסריקה המירבית של 50ns/div ניתנת להשגה תוך שימוש בגשש "x10".

הנחתת ה Cross-Talk היא לפחות 40dB- ב-1 קה"ץ.

קיים במכשיר מגבר אנכי שימושי (ערוץ 1)

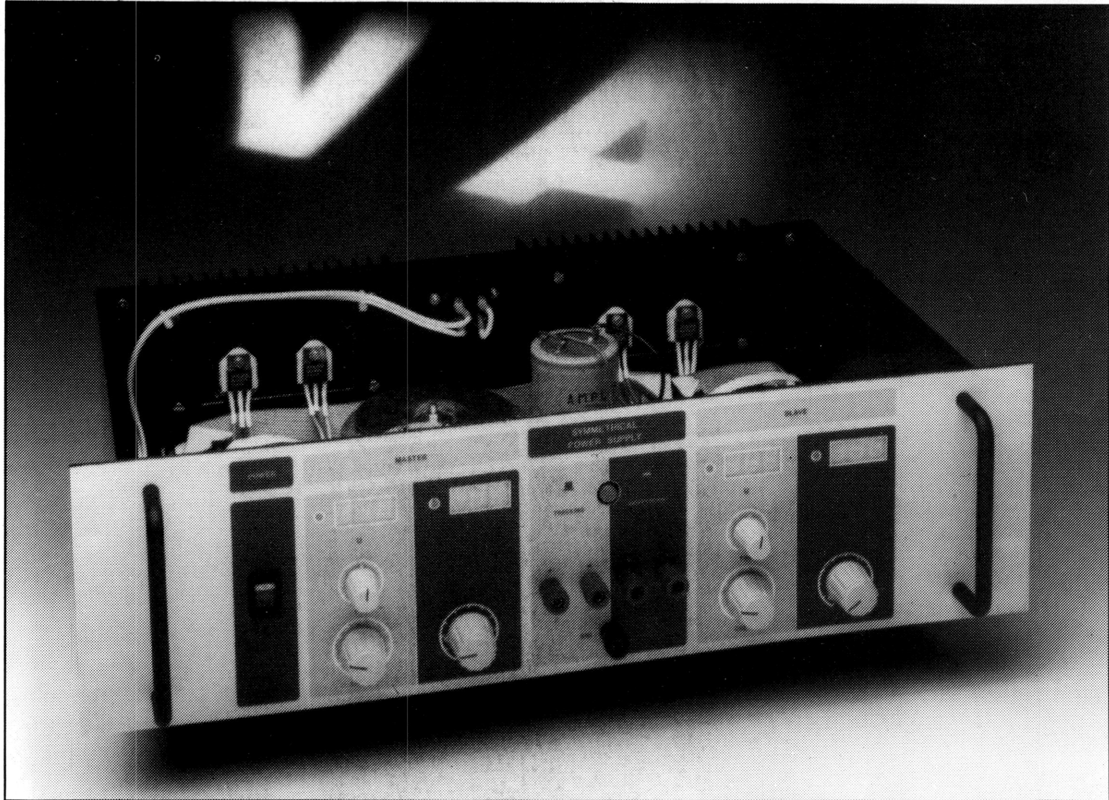


הנותן מוצא של 50mV/div ברוחב פס של 100 הרץ עד 10 מה"ץ. זה מאפשר, לדוגמה, חיבור מד תדר לקבלת מדידה מדוייקת בתדירויות נמוכות.

Thurlby-Thaddar Ltd, 2 Glebe Road, Huntindone PE18 7DX England

Telephone (0480) 412451

ספק כח מעבדתי בעל הספק של 400W



חלק 1: תאור המעגל

מוצג בזה ספק מתח ישר, רב שימושי, לצרכי אספקת מתח סימטרי כמו גם אסימטרי. היישום מבוסס על רכיבים אנלוגיים דיסקרטיים בלבד. ספק זה בעל הספק של 400W ראוי למקום של קבע על שלחן העבודה שלך.

מאת G. Boddington

הבעיה עם ספקי כח במעבדה או בבתי מלאכה היא, שהיישומים בהם ניתן להשתמש בספקים הקיימים, מוגבלים לעיתים קרובות בגלל האופיינים של ספקים אלו. כל מי שעוסק בצד הפרקטי של האלקטרוניקה יודה שלא קל למצוא ספק תואם לצורך בדיקה של מכשיר זה או אחר. לעיתים קרובות לא ניתן להעזר בספקים הרגילים הקיימים (לדוגמא 15V/2A, 0-60V בזרם של 100mA, או 5V/10A). קל לראות שמה שנחוץ זה ספק שבתוכו גלומים המתחים והזרמים המשמשים אותנו בד"כ. הספק צריך להיות סימטרי כמו גם אסימטרי ויחד עם זאת צריך להיות מוגן בפני העמסת יתר.

בפרוספקטים של רבים מהספקים המוכנים והזולים ניתן למצוא פרטים, על כך, שטרנסיסטורי המוצא של הספק מוגנים בפני עומס יתר. להגנה מסוג כזה חסרונות ברורים. נכון שהספק יספק את הזרם המירבי במתח המירבי, אך מאידך הוא יפיל את זרם המוצא כאשר המתח ירד בכוולט אחד. הסיבה לכך ברורה; הגנת העמסת היתר תופעל בגלל הפיזור הנוסף שנוצר. פיזור זה מביא את גוף הקרור לגבול העליון של יכולת פיזור החום או למגבלות ההספק של הטרנסיסטורים הטוריים היקרים. הפיזור הנוסף יכול להווצר בגלל זרם המוצא והפרש המתחים על פני הטנסיסטורים הטוריים.

נתונים עקריים

* כספק יחיד
  ספק כח משתנה יחיד עם בקרת זרם ומתח
  מוצא הספק: 0-40V בזרם 0-5A
* כשני ספקים עצמאיים
  שני ספקי כח, נפרדים מבחינה חשמלית
  המוצאים: 2 x 0-40V
  בזרם 2 x 0-5A
* כספק סימטרי
  שני ספקי כח זהים מחוברים בטור
  המוצאים: 0-±40V בזרם 0-5A
  0-80V בזרם 0-5A
  מתח וזרם של ספק כפוף עוקבים אחר מתח וזרם של ספק אב
* כספק בחיבור מקבילי
  שני ספקי כח זהים מחוברים במקביל
  מוצאים: 0.6-39.4V בזרם 0-10A
* מתח מוצא מירבי 40V בעומס מלא
  48V ללא עומס
* זרם מוצא מירבי 5A
* אדווה 10mV ללא עומס
  50mV בעומס מלא
* הפרש מתחים במצב
  של ספק סימטרי
  50mV

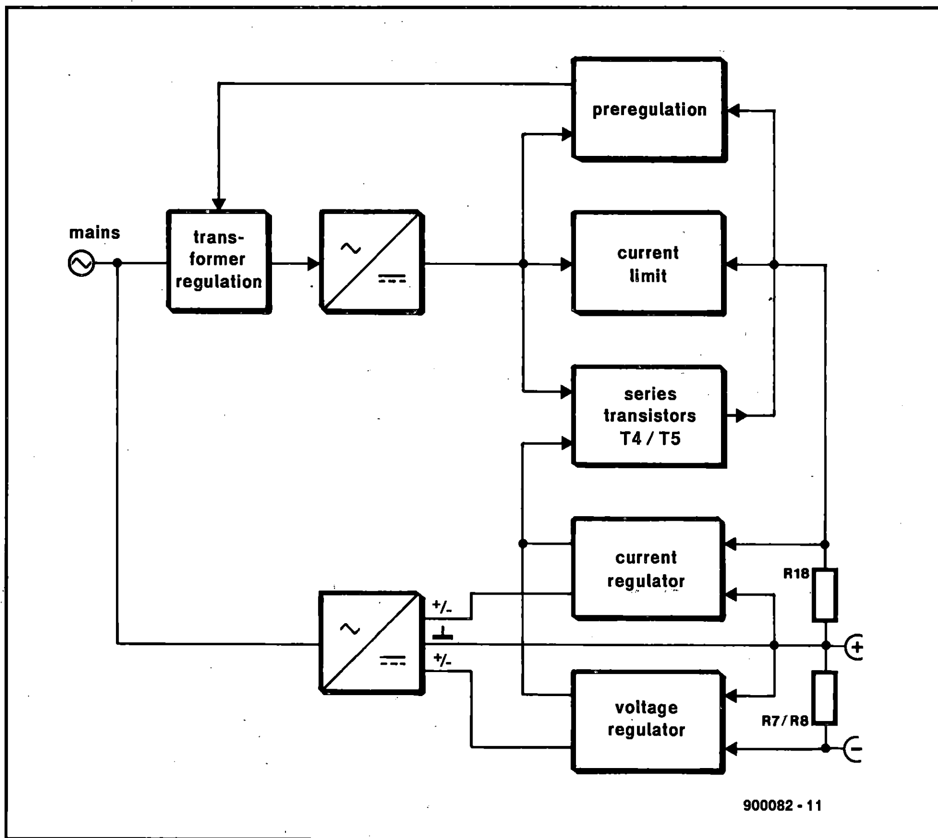
הספק המוצג כאן שם קץ לבעיות אלו. ניתן לקבוע אותו כך שיספק 2X40V/2X0-5A, ±0-±40V/0-5A, או 0-80V/0-5A. בנוסף, הוא יספק את הזרם המלא גם עבור מתחי מוצא נמוכים. לא השתמשנו במעגלים משולבים מיוחדים או במיקרו פרוססורים. זהו ספק אנלוגי טהור הבנוי מרכיבים זמינים. התוצאה היא, ספק כח בעל יחס מצוין של מחיר/ביצועים.

תרשים סכימטי

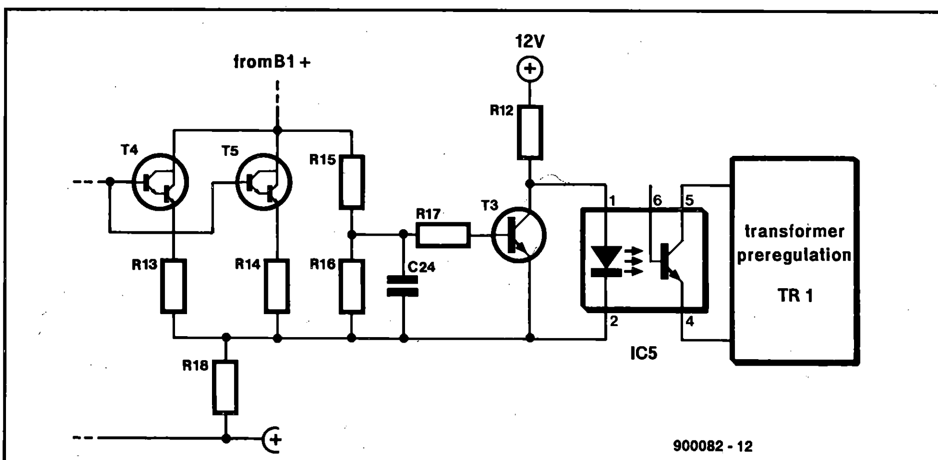
המכשיר מורכב משני ספקי כח זהים המבודדים חשמלית זה מזה. ניתן לחבר את שתי יחידות הספקים במספר אופנים, כך שנקבל כמה צורות של ספקי כח. (ראה בטבלת הנתונים שבעמוד הקודם). התרשים שבאיור 1 מציג מספר גדול יחסית של מלבנים היוצרים שלוש דרגות של מעגלי ייצוב. הדרגה הראשונה היא קדם מייצב לשנאי, הדואג לכך שנפילת המתח על הטרנסיסטורים הטוריים T4-T5 תהיה קבועה ברמה של כ-10V, כך שההספק המירבי אותו יש לפזר הוא 50W (או 25W לכל טרנסיסטור). שני מעגלי הייצוב האחרים הם עבור מתח (U) וזרם (I). שני מעגלים אלו הם כמעט זהים. ההבדל היחיד הוא שמעגל בקרת הזרם מקבל מידע מנגד טורי, ואלו מעגל בקרת המתח מקבל נתונים ממחלק המחובר במקביל להדקי היציאה. שני מעגלי הייצוב האחרונים מאפשרים בקרה ידנית, להבדיל ממעגל הקדם מייצב של השנאי. מעניין לראות שהטרנסיסטורים הטוריים, T4 ו-T5, נוטלים חלק בכל שלושת מעגלי הייצוב.

התרשים הסכימטי מציג ספק נפרד המספק מתח של 12V, לשימוש עבור המעגל הראשי. קו האדמה של הספק הסימטרי מחובר להדק החיובי של מוצא הספק הראשי. במהלך התאור שלהלן כשנתייחס ל 12V+ ול 12V- נתכוון ל 12V+ ול 12V- המיוחסים להדק החיובי של הספק הראשי. הספק הנפרד משמש גם כמתח ייחוס.

המלבן הקרוי 'current limit' מייצג את המעגל המקיים זרם נמוך מ-5A במוצא של כל אחד מהספקים. כדי למנוע חימום יתר ניתן לצרף למעגל זה חיווי טמפרטורה.



איור 1 **תרשים מלבנים של ספק הכח. התכנון מבוסס על שלושה מעגלי ייצוב הפועלים יחדיו: (1) קדם מייצב לשנאי, (2) בקרת זרם ו-(3) בקרת מתח.**



איור 2. **תרשים בסיסי למעגל המבקר את קדם המייצב של השנאי.**

מעגל הקדם מייצב

כדי להסביר היטב את פעולת מעגל הקדם מייצב נעזר באיור 2. הזרם זורם מהצד החיובי של גשר היישור להדק החיובי של המוצא דרך שני טרנסיסטורי דרלינגטון המחוברים במקביל (T4 ו-T5), ודרך הנגדים R13, R14 ו-R18. מעגל המייצב מנסה לקיים מפל מתח קבוע של 10V על פני הטרנסיסטורים הטוריים ועל פני נגדי האמיטרים שלהם. הטרנסיסטור T3 מופעל דרך מחלק המתח R15-R16 והרשת C24-R17. הרשת מייצרת השהייה מסויימת כדי למנוע השפעת קפיצות מתח ורעש במעגל הקדם מייצב. הזרם דרך הדיודה פולטת אור (לד) שבמצמד האופטי עומד ביחס הפוך למתח על פני R15-R16

קל באופן יחסי לבקר עומס התנגדותי המחובר לרשת החשמל. רשת R-C המחוברת במקביל למתח הרשת יכולה לספק מתח הצתה עבור טריאק. תזמון ההצתה ביחס להתחלה של מחצית מחזור הרשת נקבע על ידי ההשהייה המיוצרת על ידי רשת ה-R-C. לאחר שהוצת הטריאק, הוא יוליך עד שמתח הרשת יפול לרמה הנמוכה מזרם החחזקה שלו. זה מתרחש סמוך לנקודת המעבר (הנקודה שבה המתח הוא 0 וולט). הטריאק נשאר חסום עד שהוא מקבל מתקף הצתה נוסף בזוית מופע כלשהיא במהלך המחצית הבאה של תדר הרשת. הזרם המסופק לעומס עומד ביחס הפוך

לזוית המופע, כלומר להשהיית מתקף ההצתה שלאחר חציית נקודת המעבר. עקרון זה של בקרת זוית המופע פועל היטב, כל עוד הזרם והמתח נמצאים באותו מופע, כלומר כאשר העומס הוא התנגדותי בלבד.

לרוע המזל, השנאי מהווה עומס השראתי, כך שהזרם והמתח אינם נמצאים באותו מופע. מכאן שיעמעם אורות' רגיל מהסוג שתואר לעיל לא יתאים למעגל הקדם מייצב.

במקרה של עומס השראתי, עשוי לקרות שהזרם הרגעי הוא אומנם גבוה דיו כדי להצית את הטריאק אבל אין זרם 'החזקה' עבורו. לכן

ההצתה צריכה להתרחש רק כאשר זרם העומס הוא גבוה דיו כדי להחזיק את הטריאק בהולכה. מכל מקום, כשם שאין זרם העומס בספק כח קבוע, כך גם היסט המופע (ההפרש) בין המתח לזרם אינו קבוע. זה אומר שיש לשנות את רוחב מתקף ההצתה ולא את מיקומו. אם היינו מבצעים הסטה פשוטה של הפולס, היינו מקבלים זרם מוצא א-סימטרי יחד עם רכיב d.c. גבוה. זה היה גורם לרויה מהירה של ליפופי השנאי. כאשר משנים את רוחב הפולס, יש צורך להזהר שלא למתחו מעבר לנקודת המעבר של מתח הרשת.

באיור מס.3 מוצג מעגל המרחיב את פולס ההצתה. גישה זאת מתאימה ליישומים בהם זרמי העומס עשויים להשתנות. רשת R-C המחוברת במקביל למתח הרשת משהה את זמן ההצתה. המעגל המורכב מ-C1, מחלק המתח R29-P1-R30 (ענף מס.1), הנגד הטורי R31 וגשר הדיודות D20-D23 (ענף 2). הצרוף של גשר דיודות ומצמד אופטי המופעל על ידו יוצרים נגד משתנה למתחי חילופין. כך שלשני הענפים אותו התפקיד; דהיינו, להפוך את השהיית ההצתה, למשתנה (ראה איור 4a). ההשהיה הבסיסית נקבעת על ידי P1.

עם הפעלת ספק הכח נטען הקבל C1 .כשמגיעים למתח הסף של הדיאק, מוצתים הרכיבים Di1 ו-Tri1. כשזורם זרם הצתה מ-C1 ל-Tri1, יפיל הנגד R32 מתח הגבוה דיו כדי להצית טריאק קטן יותר, Tri2. התוצאה היא שזמן הפריקה אינו נקבע יותר על ידי שני הענפים, אלא על ידי C1(R33+R29). כאשר C1 אינו יכול לספק יותר זרם החזקה עבור Tri2 (דבר המתרחש מהר מאוד בגלל הערך הנמוך של הנגדים R33 ו-R29) הטריאק נחסם ו-C1 נטען שוב. תהליך זה חוזר על עצמו עד סמוך לנקודת המעבר, זוהי הנקודה שבה מתח הרשת אינו יכול לטעון יותר את הקבל C1 (ראה איור 4a). צורת הגל על הטריאק מוצגת באמצעות קו מרוסק באיור 4b. איור 4c מציג בעזרת קו מרוסק את הזרם המוסט בזוית, ובאמצעות קו רציף את צורת הגל המיוצרת על ידי העמעם. אסימטריות של הגל מתרחשת רק במהלך מחצית המחזור הראשון בלבד. הטריאק מוליך עד לנקודת הזמן 'B', שבה זרם העומס נופל לאפס.

ניתן להסביר במהירות את תפקיד שאר הרכיבים שבמעגל זה (איור 3); דיודת הזנר מגבילה את המתח שעל פני Tri2 לכדי 66V, ובאותו זמן מספקת מתח ייחוס יציב למעגל ההצתה. הרכיבים D12, D13, D14, R27 ו-R28 מבטיחים ש-C1 יתפרק במהלך חציית נקודת המעבר. הסליל L1 משכך קפיצות זרם פתאומיות ולכן משמש כמסנן להפרעות HF. הרשת C2-R34 מקצרת קפיצות זרם (spikes) הנוצרות במהלך המיתוג, ובכך מונעת הצתה לא תקינה.

בקרת מתח וזרם

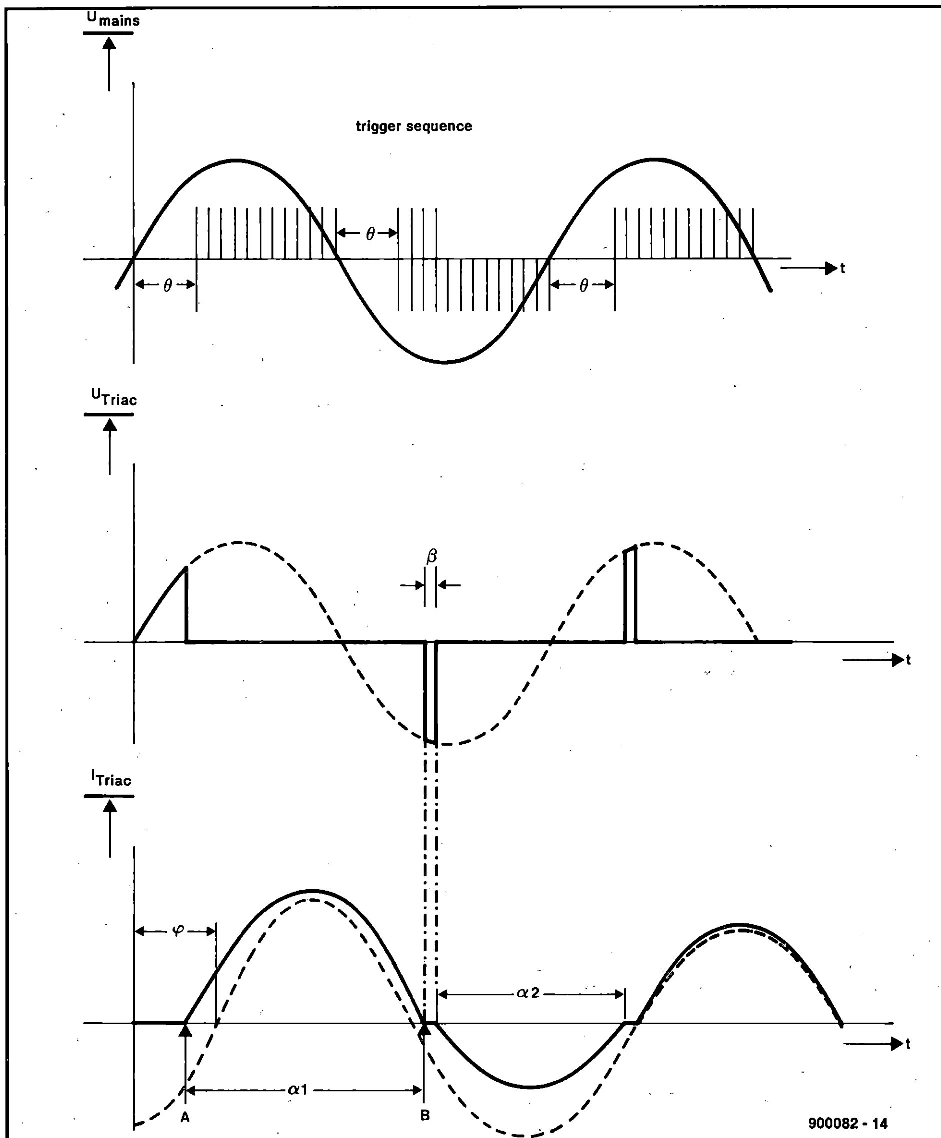
פעולת מעגל בקרת המתח מוצגת באיור 5. מחלק המתח P3-R9 מאפשר קביעת מתח ייחוס של 0-10V, בין האדמה (הקוטב החיובי של מוצא

איור 3. **תרשים חשמלי של ווסת מתח השנאי. השהיית ההצתה מבוקרת על ידי המעגל שבאיור מס'** 2, **דרך המצמד אופטי** IC5 **ומיישר גשר משתנה הבנוי מהדיודות** D20-D23.

הספק) ל-12V-. מחלק מתח נוסף הבנוי מ-R7-R8, המחובר במוצא הספק, מספק כ-20% ממתח המוצא, כלומר 0-9V בקרוב (ביחס להדק החיובי של מוצא הספק). המתחים המסופקים על ידי שני מחלקי המתח מושווים על ידי מגבר השרת IC4. בעזרת T4-T5, ינסה מגבר השרת לקיים הפרש מתחים נמוך ככל האפשר בין שני המבואות שלו. כאשר נחוץ מתח מוצא גבוה יותר, מסיטים את P1 כלפי הפוטנציאל 12V-.

כתוצאה מכך המתח במבוא הלא מהפך של IC4 נופל ומתח המוצא של מגבר השרת עולה. פעולה הפוכה מתרחשת כאשר נקבע מתח מוצא נמוך יותר, או כאשר הופעל מעגל הגבלת המתח. במצב זה המתח במבוא המהפך של מגבר השרת גבוה יותר מאשר במבוא הלא מהפך ולכן מתח המוצא של מגבר השרת יורד.

מעגל בקרת הזרם (איור 6.) פועל בצורה דומה. בדומה ל-IC4, ינסה מגבר השרת IC3 לקיים מתח



איור 4. מוצגת כאן הפעולה הבסיסית של ווסת לעומס השראתי, המיושם כאן עבור קדם מייצב לשנאי. איור 4a מציג את מיקומי מתקפי ההצתה ביחס למתח הרשת. המתח על הטריאק Tri1 בהשוואה למתח הרשת (הקו המרוסק) מוצג באיור 4b. ולבסוף, באיור 4c מוצגת הסטת הזרם בגודל, עם (בקו מרוסק) ובלי (בקו רציף) בקרת זוית מופע.

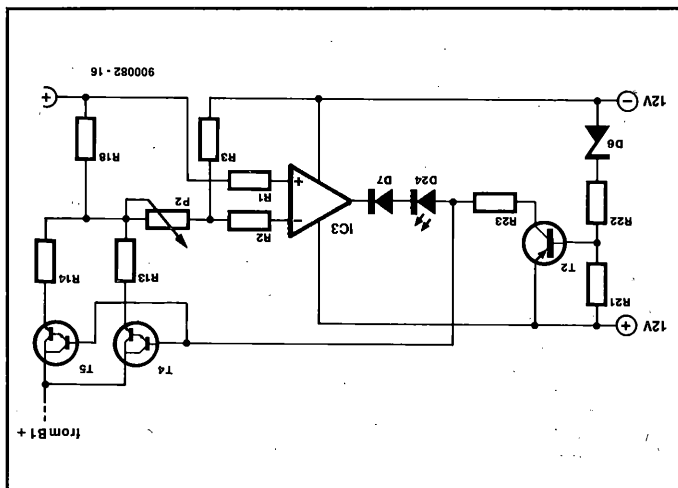
מוצא של 0V. ההבדל העיקרי ממעגל בקרת המתח הוא בכך שמתח הייחוס עבור מגבר השרת (המחובר למבוא הלא מהפך) מוארק דרך R1, ואלו הזרם נמדד כנפילת מתח (1.1V לכל היותר) על הנגד הטורי R18. מחלק המתח P2-R3 מתוכנן כך שנקודת המפגש שהוא יוצר נושאת מתח בין -1.1V לבין +1.1V, ביחס לקוטב החיובי של מוצא הספק. כאשר אין זרימה דרך R18, ימצא החלק החיובי של P2 בפוטנציאל אדמה. כאשר P2 מוסט לכוון זרם 5A, כלומר כלפי ההתנגדות המלאה שלו (2.2k), במבוא המהפך של IC3 יהיה נוכח מתח של 1.1V-. כתוצאה מכך המתח במוצא מגבר השרת עולה.

כאשר זורם זרם של 5A, יספק הנגד R18 1.1V. כאשר P2 מוסט למצבו הקיצוני השני (כלומר להתנגדות של 0), יהיה המתח במבוא המהפך גבוה מהמתח במוא הלא מהפך, ומתח המוצא יורד.

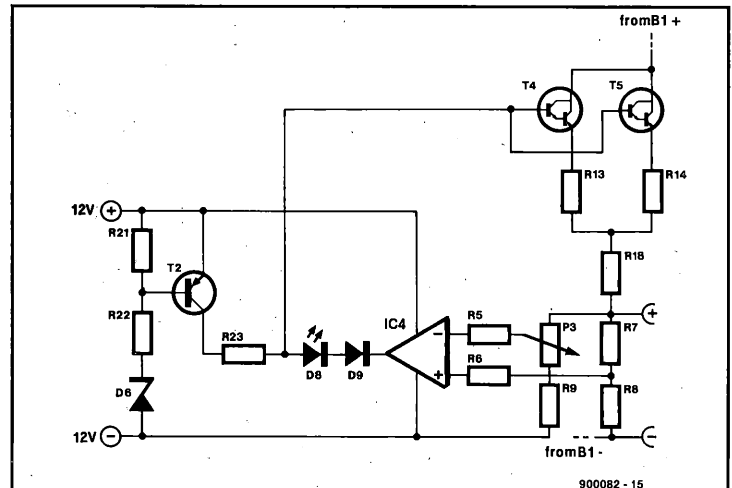
כפי שמוצג באיור 5 ו-6, וכמו כן בתרשים החשמלי המלא של המכשיר שבאיור 7, לאנודות של D8 ו-D24 יש נקודת חיבור משותפת עם הנגד R23.

בנקודה זאת מחוברים המוצאים של מגברי השרת של מעגלי בקרת הזרם והמתח. זה אומר שמגבר השרת המספק מתח מוצא נמוך יותר קובע את מתח הבסיס למגבר הזרם הבנוי מ-T4-T5. הנגד R23 מחזיק את הרמה בבסיסים של T4-T5 במתח של כ-11.5V+. הדידודות D7 ו-D9 מונעות צימוד בין המוצאים של מגברי השרת, על ידי מניעת מעבר זרם ביניהם. אחד הלדים המחוברים בטור ידלוק כאשר המתח במגבר השרת המתאים נופל למתח שמתחת ל-11.5V פחות נפילת המתח על פני שתי דיודות (D24-D7 או D8-D9). זה קורה כאשר המגבר המתאים נכנס לפעולה (הגבלת זרם או מתח). במהלך ההדלקה של המכשיר מוחזקים הטרנסיסטורים הטוריים כבויים עד שמושג מתח הזנר של D6.

זה קורה כאשר מתח האספקה השלילי של מגברי השרת גבוה דיו.



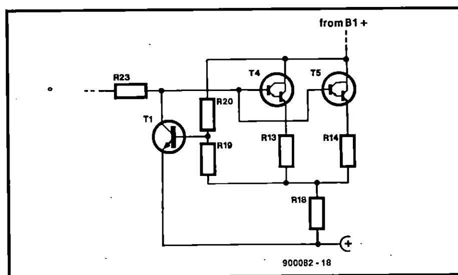
איור 6. מעגל בסיסי לבקרת זרם.



איור 5. מעגל בסיסי לבקרת מתח.

איור 7 . תרשים חשמלי של הספק המעבדתי. שני מעגלים כאלו נחוצים ליצירת ספק הפועל כספק מקבילי, טורי או סימטרי.

בצורה זאת מוגבלת 'קפיצת המתח' בהדלקה לכדי 2.5V מעל למתח הנקבע על ידי P3. מתח המוצא המבוקש יתקבל כעבור מספר מילי שניות. למרות שקפיצת המתח בהדלקה אינה עלולה, במרבית המקרים, לגרום נזק לציוד המחובר לספק, מומלץ לחבר את העומס הרצוי רק לאחר ההדלקה. הגבלת הזרם של ספק הכח מבוצעת על ידי המעגל המוצג באיור 8. כל עוד שמעגל הקדם מייצב פועל נכון, יתקיים הפרש מתחים קבוע על פני T4-R13 ועל T5-R14. במצב תקלה מסוג כלשהוא (מתח יתר, זרם יתר), יופעל הטרנסיסטור T1 דרך מחלק המתח R19-R20. זה גורם לירידת מתחי הבסיס של טרנסיסטורי הדרלינגטון, וכתוצאה מכך זרם המוצא מוגבל. כדי ליישם מעגל המשלב הגבלת זרם והגבלת טפרטורה, יש להחליף את הנגד R20 בנגד NTC (בעל מקדם טמפרטורה שלילי) של 100k. הנגד יחובר לגוף הקרור קרוב לטרנסיסטורים T4-T5. ■



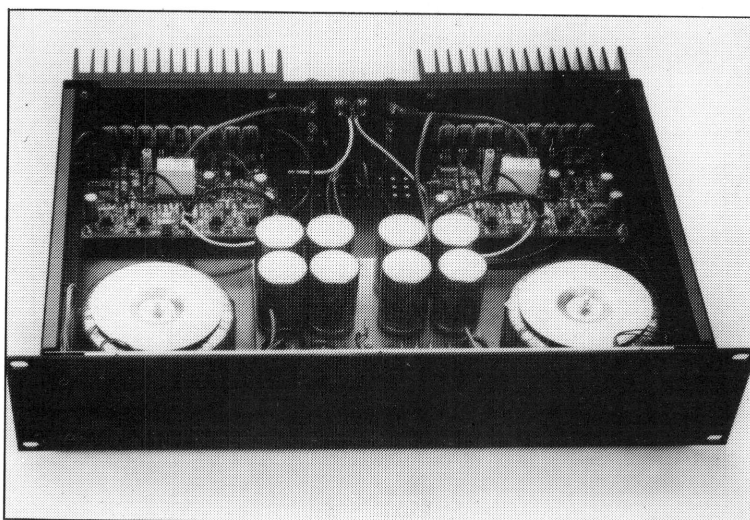
מגבר שמע בעל הספק בינוני

T. Giffard מאת

עבור רבים מהקוראים שאינם זקוקים למאות וואטים ממוצא מערכת הסטראו שלהם, מוגש מגבר שמע צנוע בעל הספק של 60W. המגבר תואם היטב גם את הרמקולים האיכותיים ביותר. ניתן להפיק מהמגבר עומס נמוך כדי 2 אוהם ללא שום בעיות ועם עוותים נמוכים ביותר. המכשיר בנוי סימטרית ובצימוד ישיר, למעט קבל הכניסה למגבר.

מה צריך להיות ההספק של מערכת סטראו ביתית? 20W, 50W אולי 200W? זוהי שאלה שלא יתקבל עבורה מענה שיספק את כולם. פסיכולוגיה יכולה לשחק כאן תפקיד כלשהו גם כן. ההבדל בין הלחץ האקוסטי של מערכת המספקת 20W, למערכת המספקת 200W הוא 10dB בלבד, וזה נשמע הרבה פחות מההפרש של 180W בין שני ההספקים שהוזכרו. נאמר מה שלא נאמר, הספק של 50-70W הוא יותר ממתאים עבור לפחות 95% מהמערכות הביתיות. עדיף בהרבה להחזיק מערכת בעלת איכות טובה בהספק של 50W מאשר מערכת בינונית בעלת הספק של 200W. אלו מבין הקוראים השומעים מוסיקה בצורה שוטפת נוכחו בעובדה זאת בעצמם. קיימים מעט מאוד רמקולים הדורשים הספק של לפחות 100W כדי להשמיע צליל.

אם תיגש לחנות לממכר מערכות סטראו ותבקש מגבר בעל איכות טובה ועם הספק בינוני (למשל 50W) תווכח שאין כמעט לקבל מגבר שכזה. עד לאחרונה איכות המגבר היתה קשורה להספק שלו. מסיבה זאת ניתן למצוא אנשים רבים הרוכשים מגבר בעל הספק הגבוה בהרבה מהצרכים שלהם. למרבית המזל, נמצאו מספר יצרנים שהבחינו בתופעה, וכעת ניתן לראות חדירה איטית לשוק של מגברים בעלי איכות גבוהה יחד עם הספק בינוני הנע בין 50-70W. יתרה מכך, הרגשנו שיש צורך לתכנן מגבר באיכות גבוהה עבור החובבים המושבעים, ובנוסף, רצינו ליצור תוספת הולמת לקדם מגברים האיכותיים שפרסמנו במהלך השנים האחרונות.



נתונים טכניים

(עם ספק כח של 225VA וקבל סינון של 20,000µF על כל אחד מקוי המתח)

הספק רציף	60W בעומס 8Ω	
(סך העוותים ההרמוניים = 0.1%)	110W בעומס 4Ω	
	170W בעומס 2Ω	
הספק מוסיקלי (MUSIC POWER)	200W בעומס 2Ω	
	(ב-1kHz; 20ms במצב on, ו-80ms במצב off)	

הפרעות הרמוניות		150w/2Ω	100w/4Ω	50w/8Ω
	100Hz	< 0.01%	< 0.008%	< 0.0006%
	1kHz	< 0.01%	< 0.008%	< 0.0006%
	10kHz	< 0.06%	< 0.025%	< 0.015%

הפרעה של אפנון הדדי	<0.013%	(1-50W בעומס של 8Ω ב 1kHz
	< 0.05%	(1W בעומס של 4Ω, 250Hz-4kHz)
SLEW RATE	>30V/µs	(עם מסנן מבוא)
זרם מוצא שיאי	15A	
יחס אות לרעש	> 100dB	בהספק של 1W
עכבת מוצא	< 0.02Ω	ב-100 וב-1000Hz
	< 0.04Ω	ב-10kHz
עכבת מבוא	47kΩ	
רגישות המבוא	1V r.m.s.	
הזרם השקט	100mA	(נומינלי).

תכנון סימטרי

העדיפות הראשונה בתכנון המגבר היתה האיכות. התוצאה היא מגבר בעל יחס אות לרעש של לא פחות מ-100dB ב 1W, הפרעה הרמונית שאינה עולה על 0.006% (8Ω/50W), ו-slew rate של 30V/µs.

אם תדמה לעצמך קו אופקי העובר במרכז התרשים הסכימטי שבאיור 1 תראה שהחלק העליון הוא תדמית ראי של החלק התחתון (אם תתעלם ממעגל תקון DC וממעגלי ההגנה).

מעגל התקון האקטיבי ל-DC מבטיח שבכל מקרה לא יופיע מתח ישר במוצא. דבר זה נחוץ ביותר מנקודת מבט של הצימוד הישיר שבין כל דרגות המגבר.

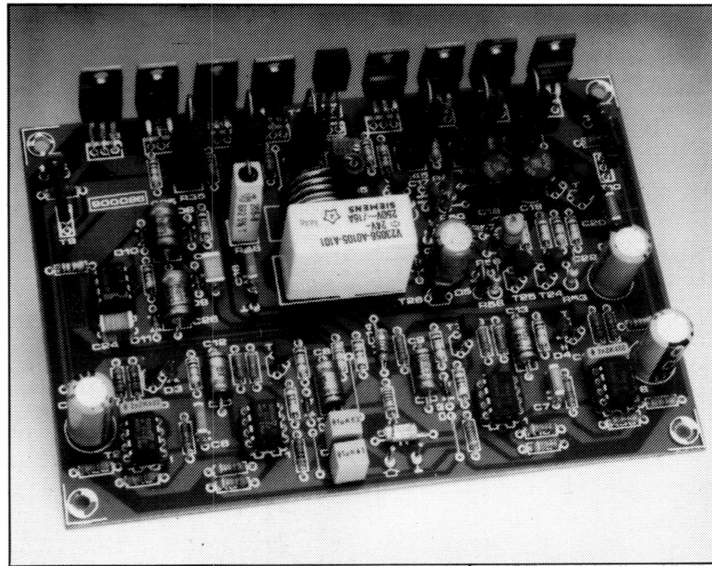
מעגל ההגנה מספק השהייה בהדלקה, בודק אם קיים מתח ישר כלשהוא במוצא ומודד את צריכת הזרם של טרנסיסטורי ההספק. השתמשנו בממסר מיכני מכיון שלא מצאנו מעגל מיתוג אלקטרוני שיגביל את הזרם ללא פגיעה בשמע.

למרות שהתכנון של המגבר אינו מהפכני, אנו מרגישים שחלקים ממנו הם מקוריים למדי ומכלילים מספר יתרונות הקיימים במספר תכנונים סטנדרטיים אחרים.

הקפדנו על הגבר נמוך בחוג פתוח, כך שרמת המשוב יכולה להיות קטנה, דבר המיטיב עם האיכות הכללית של המכשיר. אחרי הכל, במצב כזה, תצטרך כל דרגה לספק חלק קטן יותר להגבר הכללי, דבר העוזר לקיים רמת עוותים נמוכה בכל דרגה. המבוא בנוי ממגבר דיפרנציאלי, T1-T5, שהגברו הוגבל לכ-40dB. טרנסיסטורי

המבוא מחוברים לזוג נוסף של מגברים דיפרנציאליים בדמות T2 ו-T6, בהתאמה. הגבר דרגה זאת הוא כ-27dB. לאחר דרגה זאת נמצא את הטרנסיסטורים T9 ו-T10, המבוקרים על ידי מקור זרם. קביעת הזרם השקט של דרגות המוצא מבוצעת באמצעות דיודת זנר הבנויה משלושה טרנסיסטורים המחוברים בין הקולקטורים של T9 ו-T10.

דרגות המוצא בנויות מהדוחפים T13 ו-T17 ושני זוגות של שלושה טרנסיסטורי הספק המחוברים במקביל. כל אחד מהזוגות יוצר עוקב אמיטר.



בחירת הרכיבים

לאיכות טרנסיסטורי המבוא, יש חשיבות גדולה בתכנון מגבר סימטרי. בתכנון ראשוני של המגבר השתמשנו בזוגות משלימים של טרנסיסטורי BC. אלו יצרו בעיות שונות, וביחוד ביחס ליציבות טרמית. מסיבה זאת, ולמרות המחיר הגבוה, הוחלט להשתמש בזוגות מותאמים הארוזים באותו מארז. אם ניקח בחשבון, שמעבר לאב טיפוס, יש להבטיח תוצאות מהימנות לאלו שיבנו את המגבר, ובנוסף, אם נתייחס לפעולה המקורבת לשלמות סימטרית של הטרנסיסטורים הללו, ולהתנהגות הטרמית המצויינת שלהם, הרי שההוצאה כדאית בהחלט.

אחת מהבעיות איתן צריך להתמודד מתכנן, היא זמינות הרכיבים. טרנסיסטורי המוצא של מגבר זה הם דוגמא טובה לכך. למרות שהטרנסיסטורים נמצאו בקטלוג מוצרים סטנדרטיים של חברת Philips, אלו שהוזמנו על ידנו לא נתקבלו גם לאחר ששה חודשים, למרות פניות טלפוניות רבות מצידנו. אולי זה מסביר מדוע Philips אינה מצליחה כל כך בימים אלו. לבסוף, בוטלה ההזמנה ובמקומה בוצעה הזמנה מ-SGS-Thomson (שסיפקו את הרכיבים תוך מספר שבועות). ממרבית הבחינות, דומים הטרנסיסטורים בטיבם, פרט לרוחב הפס שהוא נמוך יותר. עובדה זו לא באה לידי ביטוי כלשהוא באבי הטיפוס שבנינו. מצד שני, מבחינת תואמות תכונות בין טרנסיסטורי PNP ל-NPN (זוגות משלימים), הרי שניתן לאמר שאלו זהים עבור כל היישומים המעשיים.

התכנון הסופי

מבוא המגבר (ראה איור 2) מוגן בפני DC באמצעות הקבלים C1 ו-C2. אם המגבר מתחבר לקדם מגבר הכולל קבלי צימוד במוצא, ניתן להשמיט את הקבלים הללו. אם תחליט לעשות כך, ובעתיד תחבר את המגבר לקדם מגברים שונים, תצטרך לודא קיום קבלים במוצא של צימוד כל אחד מהמכשירים האמורים.

לאחר קבלי הכניסה נמצא מסנן מעביר נמוכים הבנוי על ידי הרכיבים R1-C3. מסנן זה מגביל את רוחב הפס של אות המבוא, כדי למנוע הפרעה הנובעת מאפנון זרמי מעבר, או זיקי זרם. (ההפרעה נקראת TIM). תדר החיתוך של המסנן הוא 180kHz, בהנחה שעכבת המוצא של קדם המגבר היא 50Ω.

הדו- טרנסיסטורים T1 ו-T5 יוצרים את דרגת הכניסה הסימטרית. דרגה זאת מבוקרת על ידי מקורות הזרם הבנויים סביב T3 ו-T7. הזרם בדו-טרנסיסטורים נקבע מעט מעל ל-1mA. ההגבר של המגברים הדיפרנציאליים של הכניסה נקבע בהתאם ליחס ערכי נגדי הקולקטור והאמיטר. המסננים R5-C6 ו-R14-C7 קובעים רוחב פס של 500Hz, בחוג פתוח.

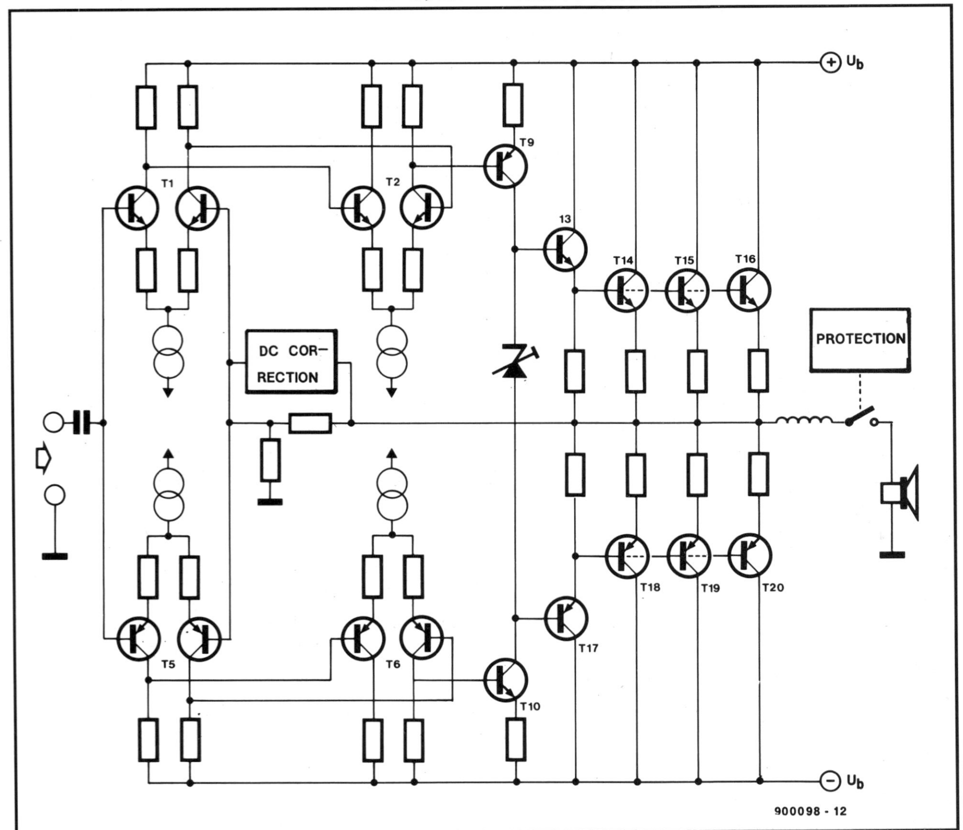
הדרגה השניה מורכבת מהדו-טרנסיסטורים T2 ו-T6. אלו מבוקרים על ידי מקורות הזרם שיוצרים T4 ו-T8. דרגה זאת מספקת הגבר של 27dB, ובנוסף מתאימה את עכבת דרגת הכניסה לדרגת מגבר הזרם, העוקב לדרגה זאת.

מתח הייחוס למקורות הזרם T4 ו-T8, נוצר על ידי דיודות פולטות אור (לדים). זכור שעל פני הלד, בממתח קדמי, קיים מתח של 1.6V.

הזרם השקט דרך מגברי הזרם T9 ו-T10 הוא כ-20mA. רמת זרם זו נחוצה כדי להבטיח שהדוחפים T13 ו-T17 יספקו בכל הנסיבות את הזרם הנדרש. ההגבר של מגברי הזרם נקבע בהתאם לערך נגדי האמיטר שלהם, ועכבת המבוא של הטרנסיסטורים T13 ו-T17.

הקולקטורים של מגברי הזרם מחוברים ביניהם דרך מערכת זנר הניתנת לכוון. מערכת הזנר קובעת את נקודת הזרם השקט של דרגות המוצא. מערכת שכזאת בנויה, בד"כ, מטרנסיסטור אחד. מצאנו שאין די בביצועים הטרמיים של טרנסיסטור יחיד, כדי לצפות במהירות וביעילות על ההולכה הטרמית של דרגות המוצא. אי לכך נבחרה שלישיית טרנסיסטורים. זו פועלת בצורה כמעט מושלמת, ובנוסף יוצרת מעין מקור זרם, המבטיח ששנויי זרם לא יגרמו לשנויים במתח הזנרי של השלישיה.

הדוחפים וטרנסיסטורי ההספק הנדחפים על ידם הם, כמובן, בעלי אותה קוטביות (הכונה ל-NPN ו-PNP בחלק העליון והתחתון של איור 1, בהתאמה).



איור 1 התרשים המופשט, מציג בצורה ברורה את המבנה הסימטרי של המגבר.

איור 2. תרשים חשמלי של מגבר השמע בעל ההספק הבינוני.

השמוש בשלושה טרנסיסטורים במוצא, במקום בטרנסיסטור יחיד, מאפשר קרור יעיל יותר. יתרה מזאת, לטרנסיסטורים המיועדים להספק נמוך יש בד"כ תכונות חשמליות עדיפות על פני טרנסיסטורים המיועדים להספק גבוה.

מסנן מוצא מטיפוס Boucherot, הבנוי מהרכיבים R46-C16, מבטיח שהמגבר יהיה מועמס בצורה נכונה בתדרים גבוהים. הסליל L1 מגביל את זמן העליה של אות המוצא עבור עומס קיבולי. הסליל גורם אומנם למקדם שיכוך נמוך יותר עבור תדרים גבוהים, אך עדיין נמצא שמקדם השיכוך הוא גבוה מ-100 (בתדר של 10kHz ועכבת מוצא 8Ω).

המשוב מתבצע דרך הנגדים R17 ו-R18, ודרך מעגל התקון ל-DC המבוצע על ידי IC1. בגלל שרשת המשוב אינה כוללת קבלים, נמצא שמתח ה-DC שבמבוא, מוגבר באותה רמה כמו אותות מתח החילופין. בגלל אי הסימטריות המושלמת של מתחי ה-DC בדרגות הדיפרנציאליות של הכניסה, חשוב ביותר להחזיק את מתח המוצא של המגבר ב-0V (DC). על פעולה זאת אחראי IC1. אי הסימטריות הנזכרת היא בלתי נמנעת, ונגרמת בגלל ההבדלים שבין טרנסיסטורי NPN ל-PNP, ובגלל השוני בהתנגדויות הבסיסים של הטרנסיסטורים.

מוצא המגבר מועבר לאינטגרטור, IC1, דרך מסנן מעביר נמוכים הבנוי על ידי הרכיבים R60-C23. האינטגרטור ניזון מספק הכח של המגבר, (36V) בעזרת הנגדים R63 ו-R64 ודיודות הזנר D10 ו-D11.

מעגל ההגנה בנוי מהטרנסיסטורים T21-T26. עם הפעלת המכשיר, הטרנסיסטור T26 כבוי. כתוצאה מכך הדלגלג T24-T25 נקבע מחדש (נוצר RESET), והטרנסיסטור T25 מופעל. הטרנסיסטור T26 אינו יכול להוליך עד שלא יתקבל מתח בסיס-אמיטר גבוה במידה מספקת. המתח יתקבל עם תום טעינת הקבל C21 דרך R58. זוהי למעשה פעולת ההשהייה בהדלקה של המכשיר.

משהופעל הטרנסיסטור T26, מופעל גם הממסר Re1 והלד D7 נדלק ומבשר לנו שהכל תקין.

הטרנסיסטור T21 בודק את זרם המוצא של המגבר על ידי מדידת נפילת המתח על נגדי האמיטר של T16 ו-T20. לפעולה זאת הוא נעזר במחלק המתח R47-R48. אם נמצא שהזרם הוא מעל 5A (כלומר, זרם כללי של 15A, דרך שלושת הטרנסיסטורים) T21 מופעל. כתוצאה מכך משנה הדלגלג T24-T25 את מצבו והממסר מתנתק לאחר כ-5ms.

מתח ישר כלשהוא במוצא נמדד על ידי מסנן מעביר נמוכים R49-R50-C18-C19. אם נמצא מתח ישר ברמה גבוה מ-1V, יופעל הטרנסיסטור T22 או T23 (עבור מתח שלילי או חיובי, בהתאמה). גם במקרה זה יתנתק הממסר באמצעות הדלגלג.

אם ניתק הממסר, כתוצאה מעליית זרם או מתח DC במוצא, הוא ישאר מנותק עד להפעלה לאחר כבוי של המכשיר, ובתנאי שהתקלה הוסרה.

אספקת המתח הנומינלית למגבר היא 2X30V, מתח זה יכול לעלות בריקם לכדי 2x37V. אפשר לחבר ספק נפרד לכל אחד משני המגברים, או לספק באמצעות ספק יחיד כפי שידון להלן.

ספק הכח

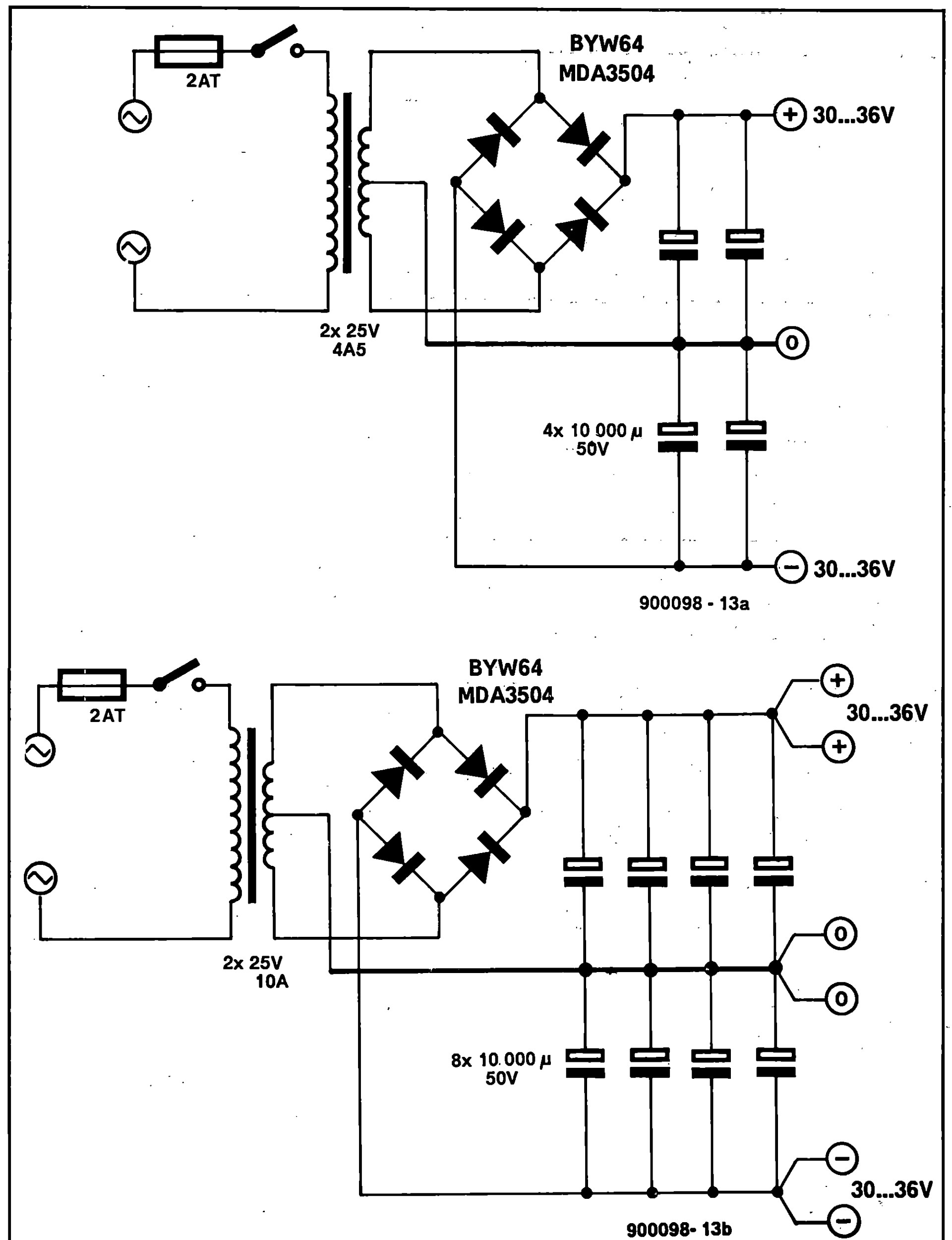
בעקרון, קיימות שלוש שיטות של אספקת מתח למגבר; ספק יחיד עבור מגבר מונו; ספק נפרד לכל מגבר במקרה של מגבר סטראופוני; ספק יחיד למגבר סטראו. ההפרדה הטובה ביותר מתקבלת, כמובן, בשני המקרים הראשונים.

באיור 3a מוצג ספק עבור מגבר מונו. השנאי המצויין מסוגל לספק הספק כזה שיאפשר למגבר אספקת הגבר רציף בעומס נמוך כדי 4Ω. לא נמצא לנכון להגדיר שנאי עבור עומס מוצא של 2Ω. אחרי הכל העכבה של מרבית הרמקולים היא 4Ω, למרות שיכולים להיות כאלו הנמוכים כדי 2 - 3Ω. מכל מקום, הקבלים האלקטרוליטיים הגדולים יכולים להבטיח אספקת זרם מתאימה, בזמן עליות חדות בהשמעה דרך המגבר. מכאן נבין מדוע נשתמש בקבלים אלקטרוליטיים בני 40,000µF.

הספק היחיד עבור מגבר סטראופוני (ראה איור 3b) הוא בעל הספק גבוה יותר. לשמוש רגיל, יספיק שנאי של 6A. לעומת זאת, אם משתמשים ברמקולים בעלי עכבה נמוכה מומלץ להשתמש בשנאי בעל זרם של 10A.

קבלי הסינון מוגדרים למתח 50V. אם אין ניתן למצוא כאלו ניתן להשתמש בקבלים בעלי מתח פריצה של 63V, למרות שהם גדולים יותר.

בניית המכשיר תתואר בגליון הבא של הירחון. ■



איור 3. שני ספקי כח אפשריים; העליון עבור מגבר מונו, ואלו התחתון הוא ספק יחיד המיועד למגבר סטראו.

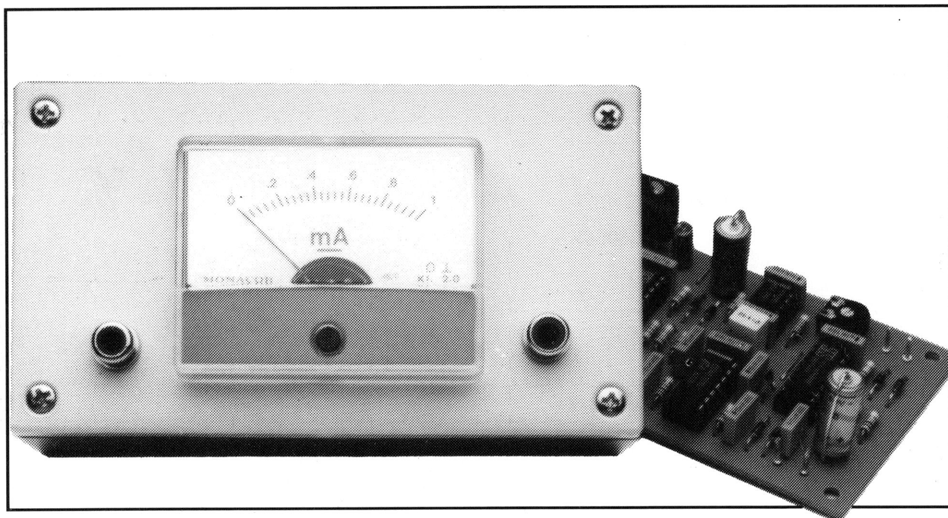
פרוייקטים למתחילים

זוהי סדרה של פרויקטים המיועדת לאלו שאינם מנוסים במיוחד. למרות שכל מאמר יתאר בפרוטרוט את אופן הפעולה, השמוש, הבניה, והיכן שרלוונטי את התאוריה שמאחורי הפרוייקט, הבניה לא תדרוש ידיעה מעמיקה באלקטרוניקה. כל פרוייקט בסדרה יבוסס על חלקים זמינים וזולים.

מד מופע

מופע, הפרשי-מופע, והזז-מופע הם מונחים מקובלים בתיאוריה. כאשר אין בנמצא אוסילוסקופ או ווקטורסקופ, נדרש ציוד בדיקה למדידת הזז-המופע, כך שיהיה ניתן לבדוק אותו לעומת הערך המחושב. מכשיר שכזה מתואר כאן.

מאת J. Bareford

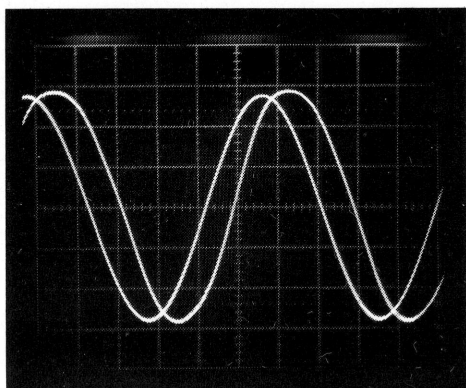


משתמשים במושג מופע (פאזה) כאשר מתארים שני מתחי חילופין, או יותר, שתדירויותיהם שוות, אך חציית האפס שלהם מתרחשת ברגע שונה. מתח חילופין חוצה את נקודת האפס כאשר ערך המתח הרגעי שווה לאפס. דוגמא לשני מתחים משתנים, בעלי מופע שונה, ניתן לראות בתצלום האוסצילוסקופ שבאיור 1. הפרש המופע במקרה זה הוא בערך כשישית מהמחזור. ההפרש יבוטא בדרך כלל בזווית, כיוון שגל סינוסי הוא מחזורי, כך שהמחזור שלו, T, יכול להיות מתואר כמעגל, או 360°; כלומר, ניתן להמיר כל חלק מהמחזור למונחים של מעלות: מחזור של 0.25T, לדוגמא שווה ל-90°, 0.10T שווה ל-35°, וכו׳. הפרש המופע בין שני גלי-הסינוס הנראים באיור 1 הוא, לכן, בערך 60°.

מה גורם להזז-מופע ?

מאחר והפרש מופע בין שני מקורות מתח נפרדים כמעט אף פעם אינו קבוע, בגלל תזוזות קלות בתדר, אין הגיון בתיכנון מכשיר לשם מטרה זו. המודד המתואר כאן, לעומת זאת, מתוכנן לאתר שינויים באותות אשר מתרחשים במעגל. קח לדוגמא, מגבר מהפך. המונח ״מהפך״ מרמז, שאותות הכניסה והמוצא הם בהזז של 180°. במספר מיקרים, יהיה זה שימושי לבדוק זאת. טרנסיסטורים ומגברים הם לא הרכיבים היחידים המסוגלים לגרום להזז מופע. קבלים וסלילים גורמים להזזת מופע של 90° בין המתח לזרם. במקרה של קבלים, המתח מאחר אחרי הזרם ב-90° (ראה איור 2); לסלילים התכונה ההפוכה: הזרם מאחר אחרי המתח ב-90°.

בקבלים וסלילים משתמשים בדרך כלל במעגלי סינון. דוגמא לכך ניתנת באיור 3. במעגל זה, נצפה שמופע המתח במוצא יהיה זהה לזה של הזרם דרך הקבל, כלומר, שתתקיים הזזה של 90° בין הכניסה למוצא. המציאות, לצערנו, שונה, משום שהזז המופע תלוי, למעשה, בתדר (ביחס הפוך). התלות נגרמת בגלל היחס בין העכבה של הקבל לערך הנגד. מאחר והעכבה, Xc, נמצאת ביחס הפוך לתדר, היא גדלה ביחס להתנגדות (הקבועה) בתדרים נמוכים. מכך, הזז-המופע הוא בערך 90° בתדרים נמוכים ו-0° בתדרים גבוהים.



איור 1. שני גלי-סינוס עם הזז-מופע של בערך שישית מהמחזור, או בערך 60°.

הזז מופע: למה הוא גורם

ברוב המיקרים, הפרש המופע בין מתחי-חילופין הוא קטן או חסר חשיבות. אולם קיימים מקרים בהם היחס חשוב מאוד. ניקח לדוגמא שני מתחי חילופין אשר יש צורך לסכמם. אם ההזז בינם הוא 180°, פעולת הסיכום תגרום לביטול הדדי ותתן תוצאה, שערכה יהיה 0V. הזרם הנובע מפעולה זאת יבוזבז.

בתחנות כח גדולות הזז המופע והזרמים הנובעים

ממנו חייבים להיות מינימליים.

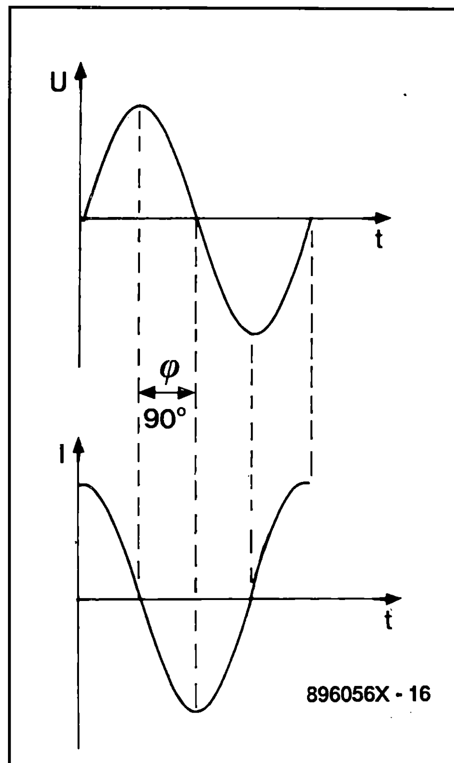
גנרטורים, לכן, מצומדים חשמלית, בכדי לשמור על סינכרון. יתרה מזאת, תחנות כח רבות מחוברות ברשת מיוחדת, אשר לעיתים חורגת מגבולות המדינה.

למזלנו, בעיות בהזז-מופע בתחנות כח אינם מעניינו כרגע, ואותן נשאיר למהנדסי החשמל. מערכת הסטריאו בחדר מגוריך תהיה דוגמא טובה יותר להמחשת חשיבות השמירה על הפרש מופע קבוע. מאחר וכל מגבר חייב להכיל בתוכו מסננת כלשהי, צפוי כי יהיה איזה שהוא היזז מופע, בין מקור האות, קומפקט דיסק לדוגמא, לבין המוצא - הרמקול. רצוי כי ההזז יהיה שווה ערך עבור כל התדרים, אחרת - יהיה עיוות במוצא, במיוחד כאשר הזז המופע בין הערוץ הימני לשמאלי הוא גדול.

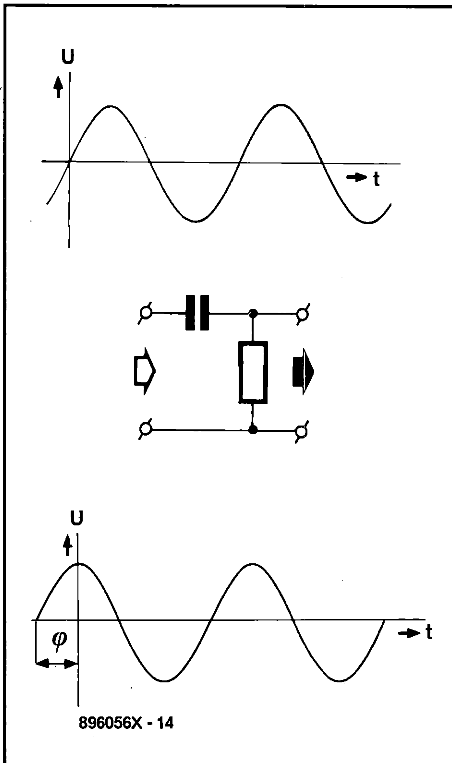
דוגמא אחרונה למעגלים בהם החשיבות להזז מופע היא גדולה הוא המתנד, אשר פועל רק כאשר אות המוצא המוגבר, מוחזר כאות משוב לכניסה בהזז מופע של 0°.

מודד המופע

כפי שתואר באיור 1, אוסילוסקופ (משקף) בעל שני ערוצים מצויין למדידת הפרש מופע. לצערנו

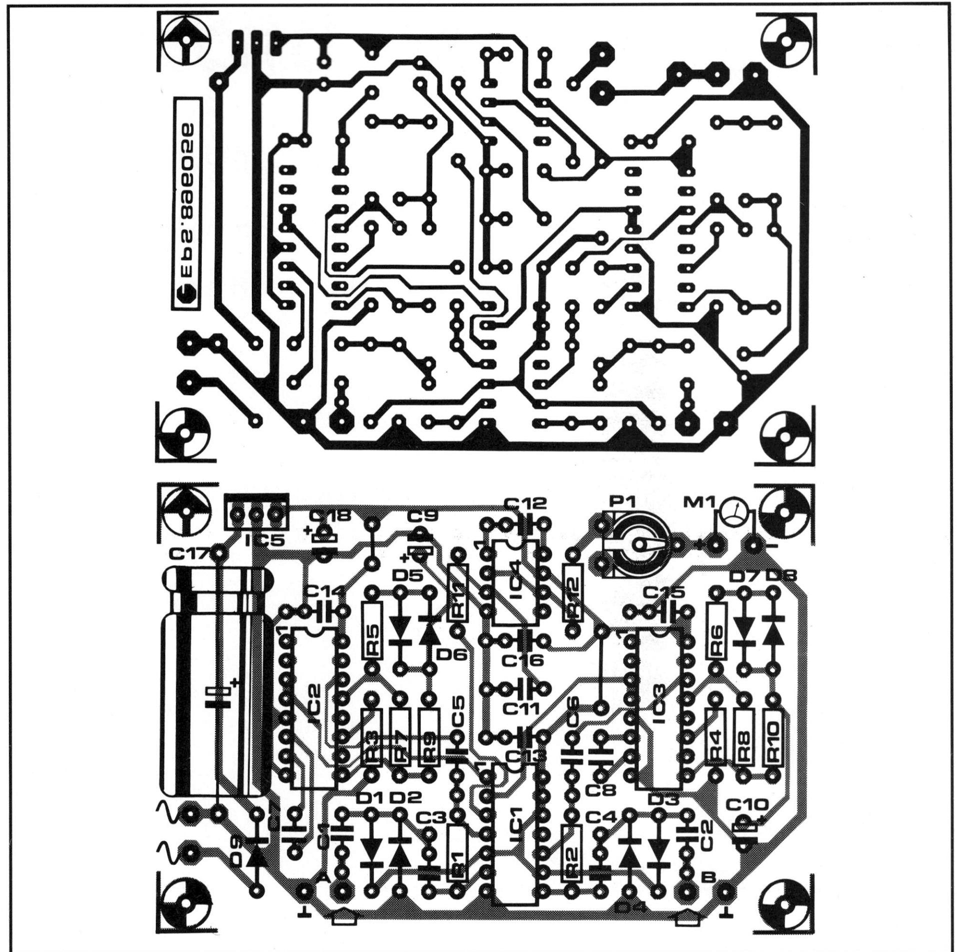


איור 2. המתח מאחר אחרי הזרם ב-90°.



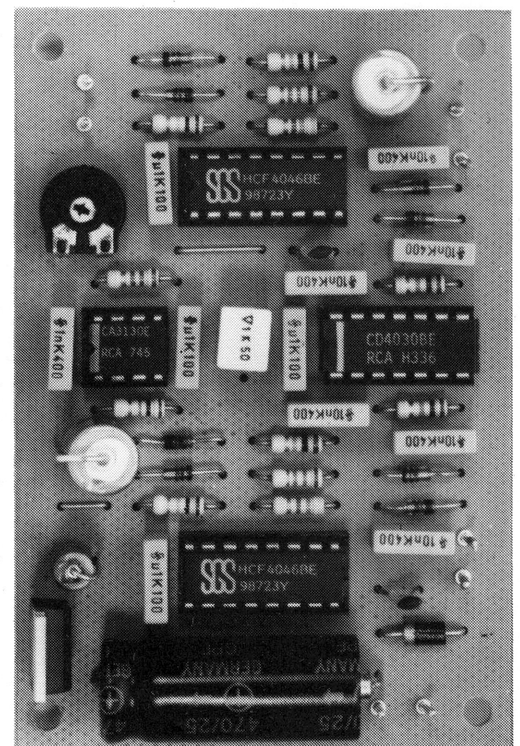
איור 3. הזז מופע הנגרם בגלל רשת R-C.

איור 4. סרטוט המעגל של מודד המופע. החלק החיוני במעגל הוא שער ה-XOR **שער** N3 **אשר מייצר מתח כפונקציה של הזז-המופע אשר קיים בין האותות המוזנים לנקודות** A **ו-**B **של המודד.**



איור 5. תרשים המוליכים על המעגל המודפס כולל מיקום רכיבים, עבור מודד המופע.

מכשיר שכזה אינו תמיד בנמצא, וכאן יכנס לתמונה מודד הפרש המופע.



שרטוט המעגל של מודד המופע עבור שני ערוצים נראה באיור 4. הקבלים בכניסות המעגל נועדו למנוע כניסת רכיבי ה-d.c. של האות. דיודות D1-D4 נועדו בכדי להגן על מגברים N1 ו-N2 מפני מתחים שליליים או גבוהים מדי. האותות מוזנים ל-IC2 ו-IC3, שני מעגלים נעולי מופע (PLL) אשר עוקבים אחר תדירויות הכניסה וממירים אותן לאותות ספרתיים בעלי DUTY FACTOR קבוע של 0.5 ומשרעת של 5Vpp. המסננים מעבירי הנמוכים של מעגלי ה-PLL הנם מסוג מיוחד, ומאפשרים לרכיבי ה-4046 לעקוב אחר שינוי תדר מהירים באותות הכניסה. תכונה חשובה זו מתקבלת על ידי הדיודות המחוברות בפינים 9 ו-13.

משווה המופע הוא שער ה-XOR, N3. המוצא של השער ממוצע על ידי רשת האינטגרציה R11-C11. ככול שהזז המופע יגדל, כך יגדל המתח המסופק על ידי חוצץ IC4. מודד סליל ההזזה M1, ההתנגדות R12 והפוטנציומטר P1 יוצרים ביחד אות במחוון המלמד על תזוזת המופע. מאחר ומתח המוצא של המודד נע בין 0V לבין מתח האספקה, חייב המעגל לקבל מתח מיוצב. למשתמש במייצב בעל שלוש רגליים מסוג 7805 עבור מעגל זה, מתח החלופין המינימלי המוזן למעגל הנו 9V.

רשימת רכיבים

נגדים:

2	10MΩ	R1;R2
2	4kΩ7	R3:R4
2	100kΩ	R5:R6
2	1MΩ5	R7:R8
2	10kΩ	R9:R10
1	1MΩ	R11
1	2kΩ2	R12
1	10kΩ preset H	P1

קבלים:

6	10nF	C1-C6
2	47pF	C7;C8
2	47µF 63V radial	C9;C10
1	1µF	C11
1	1nF	C12
4	100nF	C13-C16
1	470µF 25V	C17
1	1µF 10V radial	C18

חצאי מוליכים:

8	1N4148	D1-D8
1	1N4001	D9
1	4030B	IC1
2	4046B	IC2;IC3
1	CA3130	IC4
1	7805	IC5

שונות:

1 1mA moving-coil meter M1

בנייה והפעלה

לבניית המעגל על גבי המעגל המודפס, חבר תחילה את שני המוליכים המחברים, כך שלא תשכח אותם מאוחר יותר. שים לב לסימון הקוטביות של הרכיבים (דיודות, טרנסיסטורים, מעגלים מוכללים וקבלים אלקטרוליטים). הרכב תושבות לכל המעגלים המוכללים.

בכדי לאפס את המודד הסר את הרכיבים IC2 ו-IC3. חבר את פין מספר 3 של IC2 לפין מספר 5 (אדמה) דרך נגד ה-10K. לאחר מכן, חבר פין מספר 3 של תושבת IC3 לפין מספר 16 (+5V) דרך התנגדות 10K, הדלק את המעגל, ובדוק שפין מספר 1 בשער N3 נמצא ברמה של 0V, ופין מספר 2 ברמה של +5V. מוצא שער ה-XOR צריך להיות +5V (פין3) מאחר ומצב זה מציין את הפרש המופע המכסימלי בין שני האותות. כוון P1 עד אשר יראה המודד על ערך של 180°.

הסר את שני נגדי ה-10K והשב את שני ה-4046. בשלב זה המעגל מוכן.

על אף שהתחום הנמדד מוגבל ל-180° ניתן למדוד הזז גדול יותר, הזז של 270°, לדוגמא, יראה כ-90° כוון שהמעגל אינו יודע להבחין איזה ערוץ - A או B - עלה ראשון. ■

קדם מגבר מתכוונן לתדרי UHF

מבוסס על תיכנון של K.Kraus

לקליטת אות UHF חלש עבור טלויזיה אנטנה טובה היא הכרחית , אך היא לבדה לא תמיד מספיקה. במקרים כגון אלו, קדם המגבר הוא בדיוק הפתרון.

אפשר ובקלות יחסית, להצמיד את האנטנה למגבר רחב סרט, אבל דבר זה עלול לגרום לבעיות, אם האותות אשר אמורים להיות נקלטים, קרובים בתדר לאותות חזקים. אפילו אם המגבר מאיכות טובה, התוצאה על פי רוב תהיה אפנון, וכל מה שבא איתו. דבר זה הוא בר מניעה על ידי בניית מגבר שניתן לכיוון בתחום תדרים צר. אפילו שידור חזק בערוץ קרוב לאות החלש ניתן לדכא במידה רבה, אבל הקדם מגבר יכול לבצע זאת רק עד רמה מסויימת אם התחנה הרצויה מוקפת על-ידי מספר אותות חזקים.

המעגל

באופן בסיסי, המעגל, באיור 1 מכיל שני מעגלים מתכווננים וכמו כן מעגל MOSFET דו-שערי. האות מהאנטנה מוזן ל-MOSFET דרך חיבור במעגל הכניסה, אשר מורכב מ-30x3.5 מ"מ של קו מוליך. הסידור הזה מאפשר התנגדות כניסה 50-75Ω. המעגל הפנימי מתכוונן בעזרת C1.

T1 MOSFET מתפקד כמגבר בעל מקור מוארק, ו-C3 יוצר את החיבור לאדמה עבור אותות ה-HF. התנגדות ה-DRAIN נוצרת על-ידי המעגל המתכוונן השני, אשר בנוי גם כן מקו-מוליך, ומקבל תיקון קטן, C5. השבח של T1 מקסימלי בתדר התהודה של המעגל המתכוונן השני. קבל C4 מונע מהזנת מתח ה DC ל-MOSFET להתקצר אל המעגל המתכוונן. באותו זמן, L1 מונע מאותות HF מלהיות מקוצרים על-ידי ספק הכח. המוצא של היחידות נלקח מחיבור במעגל המתכוונן השני כדי להשיג התנגדות מוצא של 50-75Ω.

נקודת העבודה (DC) - כלומר - המתח בין השער והמקור של T1 נקבעת על-ידי R2. בהתייחס לפרמטרים של ה-MOSFET, נקודת העבודה יכולה להשתנות מסוג לסוג, ולכן יתכן ויהיה צורך לשנות את ערך R2 בכדי לוודא שזרם המקור (SOURCE) יהיה בערך 10mA. במעגל המודפס, הערך 150Ω גורם לזרם מקור של בערך 12mA. הערך של R2 יהיה בין 100Ω ל-220Ω. רשת C2-R1 מבטיח ששער 2 יהיה בפוטנציאל אדמה עבור אותות HF, כך שאותות אלו יעברו דרך שער1 בלבד.

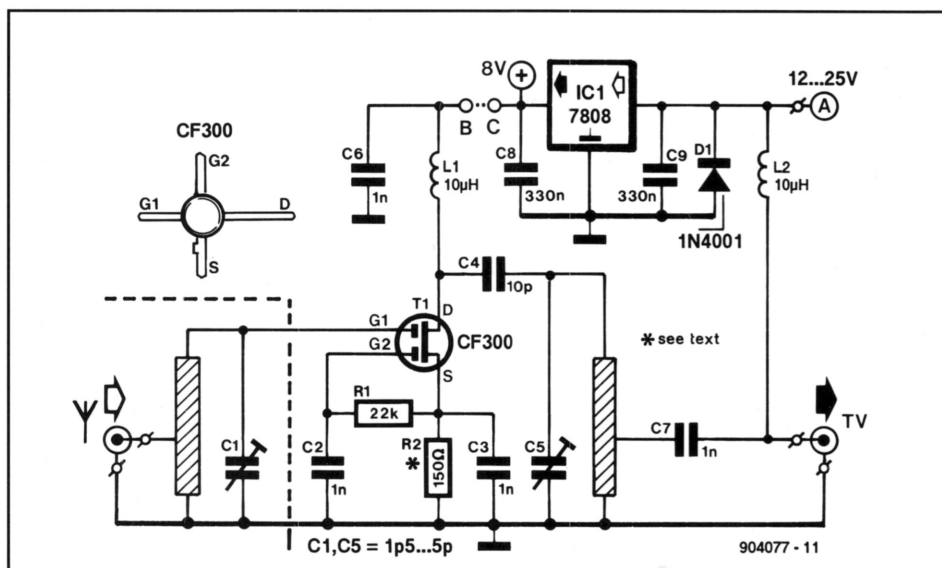
נתונים טכניים

תחום תדרים	* 400-750MHz + 400-800MHz
רוחב פס ב-	495-513MHz,fc=500MHz
הגבר ב-	500MHz 15dB
הנחתה מקסימלית - מחוץ לרוחב הפס בערך	40dB
רעש (נמדד כאשר Zin=Zout=50	≤-80dBm

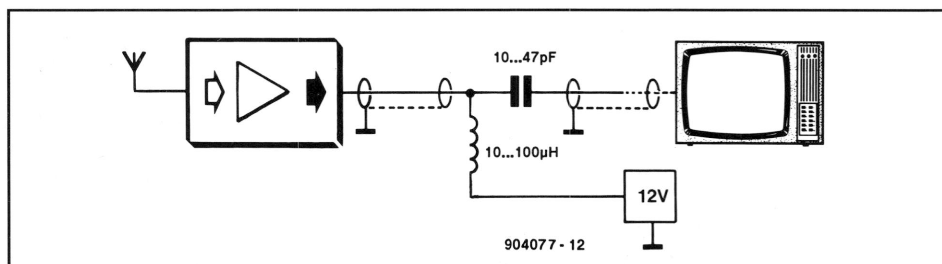
* C1,C5=1.5-5 pF
\+ C1,C5=0-5 pF

ספק כח

קיימות דרכים שונות לספק כח למגבר, אם המעגל מחובר בקרבת האנטנה, מקור הכח יכול להיות מחובר דרך כבל הקואקס-ראה איור 2. המתח הישיר מוזן למייצב IC1 דרך סליל L2. מוצא המייצב מוזן לכבל דרך המעגל המוצג באיור 2. באם הספקת המתח לא מתבצעת דרך הכבל הקואקסיאלי, ניתן להשמיט את L2 ומתח לא מיוצב יוזן לנקודה A. במקרה שמקור מתח מיוצב של 8V קיים, ניתן להשמיט את IC1 וכן C8. גשר החיוט בין נקודות B ו-C אז חייב להיות ממוקם בין נקודות A ו-B.



איור 1. **שרטוט מעגל קדם המגבר המתכוונן לתידרי UHF.**



איור 2. **אם המתח מסופק לקדם מגבר דרך הכבל הקואקסיאלי, מקלט הטלויזיה וספק המתח חייבים להיות מחוברים כנראה באיור.**

רשימת רכיבים

נגדים:

כמות	ערך	רכיב
1	22k	R1
1	150Ω	R2

קבלים:

כמות	ערך	רכיב
2	0-5pF מתכוונן - 1.5-5pF ראה נתונים טכניים	C1,C5
3	1n קבל דיסק	C2,C3,C6
1	1n*	C7
1	10 p*	C4
2	330 n	C8,C9

סלילים:

כמות	ערך	רכיב
2	10H	L1,L2

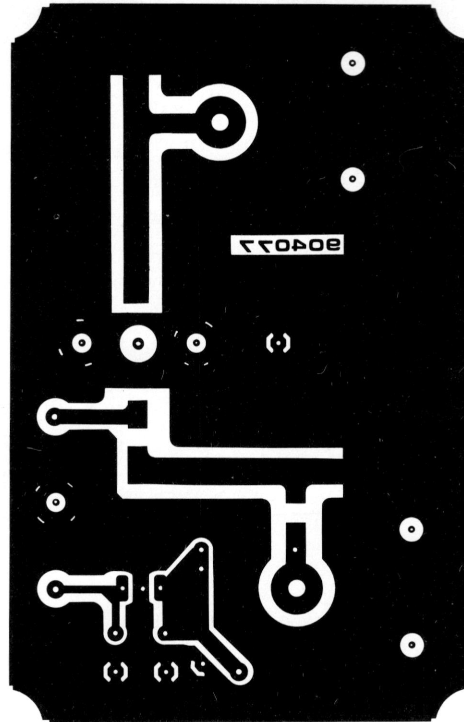
מוליכים למחצה:

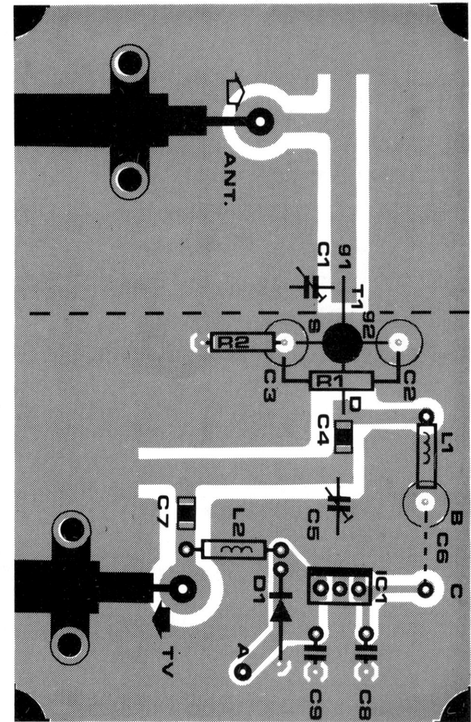
כמות	ערך	רכיב
1	1N400	D1
1	(Telefunken) CF300	T1
1	7808	IC1

שונות:

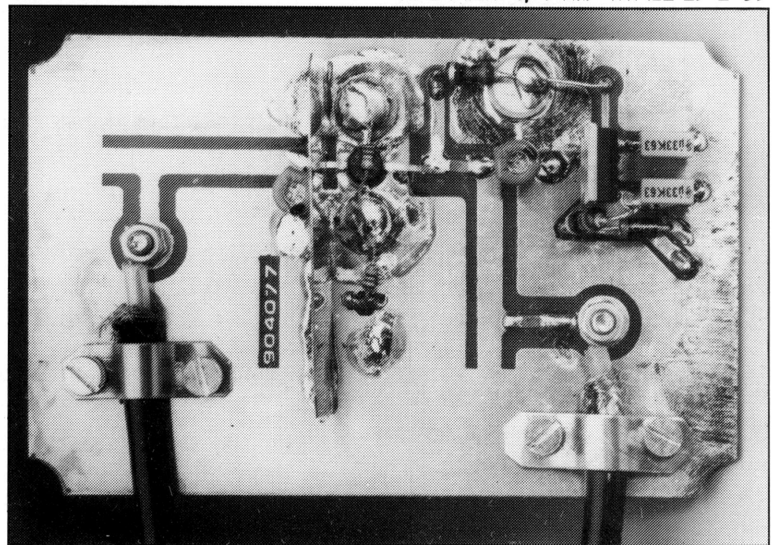
1 מעגל מודפס מסוג 904077

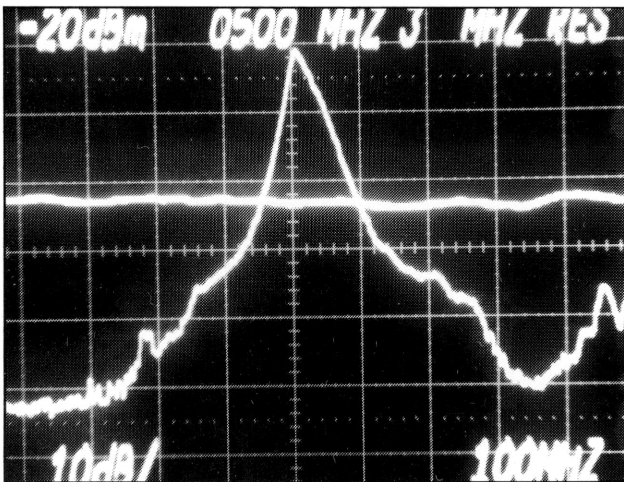
*קבל ATC





איור 3. המעגל המודפס עבור הקדם מגבר חייב להיות עשוי מחומר אפוקסי. כאשר המעגל נבנה באופן עצמאי, ולא נרכש דרך שירות לקוראים, יש לשים לב במיוחד לגודל קוי המוליכים.





איור 4. דיאגרמת מעבר של הקדם מגבר. דרוג הציר האופקי 100MHz/div**; דרוג הציר האנכי -** 10dB/div**; מרכז הגרף ב-**500MHz.

בנייה והרכבה

מעגל קדם המגבר חייב להבנות על המעגל המוצג באיור 3. שים לב שהרכיבים נמצאים בצד המודפס. אם אין בידך את המעגל המודפס, שים לב שקוי המוליכים הם במידות הנכונות. הרכב את הקבלים C2,C3 וכן C6, לאחר מכן התקן את הקבל C4 ו-C7. התקן את ה-MOSFET בין C2 ובין C3. הלחם את שער 2 והמקור ש טרנזיסטור זה לקצוות העליונים של הקבלים C2 ו-C3, בהתאמה. הלחם שער 1 ואת ה DRAIN למוליך מתחתם.

הלחם את R1 בין C2 ו-C3 מעל ה-MOSFET (אף שאיור 3 מראה כי הוא נמצא במקביל אליו).

לאחר מכן הלחם את שאר הרכיבים. חבר R2,L1 והגשר C-B (או B-A:ראה תחת "ספק כח") לקצה העליון של הקבל הרלוונטי. הרכב את קבל C1 רחוק ככל האפשר מ- C2, T1 ו-C3 לוודא שהמחיצה - הנראית על-ידי הקו המודגש תתאים בדיוק ביניהם. לאחר מכן הלחם מחיצה בגודל 45X20 מ"מ, העשויה משכבה דקה של פח, במיקום המצויין על-ידי הקו המקווקו.

לבסוף, חבר את הכבלים הקואקסיאלים וחזק אותם בעזרת ברגים כפי שנראה בתצלום המעגל המוכן.

סובב את C1 C5 עד לקבלת האות הרצוי במקסימום עוצמה ,וכל אות לא רצוי בעוצמה מינימלית, במילים אחרות, עד שהתמונה והקול במסך הטלויזיה יוצגו בצורה אופטימלית. אם הקדם מגבר ממוקם קרוב לאנטנה, המעגל יכוון באותה צורה, כיוון שהתנגדות הכניסה והמוצא שהמעגל רואה בכל צד של הכבל שווה (לפחות אם הכל כשורה).

לבסוף, מילה על הקבלים המשתנים. רשימת הרכיבים מציגה שני סוגים אפשריים: סוג ה-1.5-5pF- הוא סוג לא יקר, אך שימוש בו לא מאפשר כיוונון בחלק הגבוה של פס ה-UHF. אם יש צורך בשימוש בחלק זה של הפס אין ברירה אלא לרכוש את קבלי ה-0-5pF היקרים יותר, מסוג Murata. ■

חדשות בעולם האלקטרוניקה

4 מליון ליש״ט לעזרת חרשים המשתמשים בשרותי הטלפון.

ה-British Telecom, הקציבה את הסכום האמור לעזרת חרשים לאפשרות שמוש טוב יותר בטלפון. (בבריטניה).

שרות עזר לאומי לחרשים* ולכבדיי השמיעה שפותח על ידי השלטונות הבריטים יחד עם ה-British Telecom, יחליף את המרכזיה המיוחדת לחרשים השרות יאפשר לחרשים לקבל ולמסור הודעות טלפוניות בצורת טכסט על צגי מחשב.

קטלוג חדש ל-CRICKLEWOOD

CRICKLEWOOD ELECTRONICS פרסמה לאחרונה קטלוג חדש בן 140 עמודים המכיל 2400 פריטים חדשים. המבחר החדש כולל קיטים לחובבים, מיקרופונים, רמקולים, אוזניות, ראשים לוידאו ואנטנות.

הקטלוג, ה-15 במניין, המוצא על ידי החברה משקף את מה שהחברה מתארת, כמבחר הגדול ביותר של רכיבי אלקטרוניקה בבריטניה.

גשר נתונים חכם לשידורי טלטקס

חברת MRG פתחה גשר מידע חכם, דגם CT300, המאפשר לרשת ארצית לשדר שידורי טלטקס מקומיים באמצעות המשדר המרכזי של הרשת.



ה-CT300 קורא טלטקס נכנס, מגביר אותו ומשדר אותו מחדש. בנוסף הוא יכול לפענח שידורי טלטקס, ולערוך בהם שינויים לפני שידורם. עד 200 עמודי מידע נכנס, ניתנים להמרה על ידי עמודים מיוצרים מקומית. עמודי מידע ונתוני בקרה יכולים להלקח ממחשב אישי באמצעות מודם וממשק טורי של ציוד מתאים. גשר המידע יכול להיות מבוקר על ידי קו תקשורת טורי או על ידי לוח הלחצנים הפנימי של הגשר יחד עם תצוגת 32 הצורות המותקן בו.

פרטים ניתן לקבל מ:

MRG Systems Ltd
Willow House, Slad Road, Stroud
England

CIRKIT מרכזת את פעילויות השווק.

שרות משופר ויעיל יותר יתאפשר מראשית חודש זה, על ידי שיטות ריכוז השווק בחברה. כעת, בהסכמת מרבית הספקים של החברה, השווק יתבצע באופן ישיר ממרכז החברה ב-Broxbourne.

המשרד האיזורי ב-Portsmouth יספק מידע על מגוון המוצרים, על משגוחים. המידע יועבר לשם ממרכז החברה ב-Broxbourne באמצעות מחשב תקשורת.

מגברי הספק לתחום השמע לכריזה וקולנוע

Monitech מייצרת סדרה של מגברי הספק לשמע. המגברים, בעלי 4 ערוצים קטנים בגדלם וגבוהים בהספקם. הסדרה נקראת Quatro.

היחידות של הסדרה החדשה עוצבו מחדש והוקטנו בגודל יחסית למגברים בעלי נתונים דומים המיוצרים על ידי חברות אחרות. כל המגברים, בהספק 250W, 500W או 750W מותאמים למסגרת סטנדרטית של 19״.

Monitech, P.O. BOX 313
CAMBRIDGE, ENGLAND, CB4 4WN

שבב אירופי ראשון למחשב, בן 4 מגה ביט.

הענק היפני NEC בחר לייצר במפעלו שבסקוטלנד, את רכיב ה-4 מגה ביט הראשון המיוצר על ידי החברה מחוץ ליפן.

החברה הודיעה על השקעה של 30 מיליון ליש״ט במפעל הממוקם ב-LIVINGSTONE, שתאפשר ייצור של פיסה שתכלול 4 מליוני תפקודים על גודל פיסה של NEC המאפשרת כיום מליון תפקודים.

מחשב על חדש מתוצרת ICL

נטען,שהמחשב בעל השם המסחרי ESSEX שהוצא לאחרונה לשוק על ידי חברת ICL, הינו המחשב ה״חזק״ ביותר הקיים בעולם. הוא מסוגל לשמש עשרות אלפי יחדות קצה בכל מקום בעולם. כבר עתה קיימת כמות ניכרת של הזמנות למחשב מצרפת ומבריטניה.

המפתח לכוחו של המחשב הוא המעבד, החזק ב-25% מבצועי כל מעבד יחיד הקיים בשוק.

מידע נוסף ניתן לקבל מ:

International Computers Ltd.,
ICL House, SW15 1SW LONDON,
ENGLAND.

הרחבת השמוש ב-״ועידת וידאו״

מערכת אלקטרונית חדשה המיוצרת על ידי חברת GEC- PIESSEY, דגם 261, המאופיינת בירידה משמעותית בעלויות. ״ועידת וידאו״, נוסתה בפעם הראשונה בתקשורת טרנס אטלנטית בין Inelmart, שהיא החברה המובילה בעולם בתקשורת ועידה וממוקמת בוושינגטון, לבין אולפן וידאו ועידה ליד לונדון.

וידאו ועידה, היא טכניקה ההולכת ומתפתחת של קיום ועידות, פנים לפנים על ידי משלוח תמונות, קול ונתונים דרך קו טלפון. להבטחת איכות תמונה טובה נזקקו עד כה בשידור, ל-32 שורות לכל ועידה. המערכת מדגם 261 זקוקה לשורה אחת בלבד.

GEC Plessey Telecomunications,
PO BOX 53, COVENTRY CV3 IHJ.

סקירת ספרים חדשים (באנגלית)

GROUNDING AND SHIELDING IN FACILITIES

(הארקה וסיכון במבנים)

מאת Warren H. Lewis ו- Ralph Morrison

ISBN 0 47183807 1

228 **עמודים-מאויר**

המחיר 32.15 **ליש"ט (בכריכה קשה)**

למלים רבות באלקטרוניקה/חשמל יש משמעות המרוחקת מההקשר המילולי. כך ביחס לאדמה, סיכוך ובידוד. המונח 'אדמה' (GROUND) מוגדר כך: זהו חיבור מוליך, שנעשה במתכוון או שלא במתכוון, בין מעגל חשמלי או מכשיר כלשהוא והאדמה או גוף מוליך כלשהוא. למרות קיום ההגדרה, אין המונח מובן באותה צורה על ידי מהנדס חשמל חזק, לעומת מהנדס אלקטרוניקה.

המונחים 'אדמה' ו-'סיכוך' הפכו לנושא מבלבל בקרב מהנדסים בעולם האלקטרוניקה של היום. למרות החשיבות שבבקרת הפרעות חשמליות, והבטחת דרישות הבטיחות, נמצא שמהנדסים מיישמים נושאים אלו לעיתים קרובות באופן בלתי אמין.

ספר זה הוא הראשון מסוגו, המעמיד נושאים אלו בפרספקטיבה נכונה. הספר מדגיש את תאורית השדה על מנת להסביר את התופעות, במקום להכנס לתאוריה של מעגלים. הספר מראה כיצד להשתמש בהארקה ובסיכוך בצורה יעילה במבנים חשובים ובסביבות מיוחדות. יתרה מזאת, הוא פותר את ההתנגשות הקיימת לעיתים בין בטיחות וביצועים הקשורים לשטח זה. דבר זה נעשה על ידי הסבר קוד השפה של מהנדסי חשמל. מכאן, שקריאת החומר הזה היא חיונית לכל המהנדסים ומתכנני המערכות.

John Wiley & Sons Ltd
Baffins Lane
CHICHESTER, PO19 1UD
ENGLAND

DIGITAL TELEVISION **(טלויזיה ספרתית)**

ערוך על ידי C.P. Sandbank

ISBN 0 471 92360 5

656 **עמודים-מאויר**

המחיר 75.00 **ליש"ט (בכריכה קשה)**

גידול עצום באפשרויות הקשורות בעזרי עריכת תוכניות טלויזיה, שפורים משמעותיים בהקלטה ובשידור-כל אלו הם תוצאה של התפתחות עיבוד אותות ספרתי המיושם בשטח זה. אנשי חטיבת ההנדסה ב-BBC היו מעורבים בפיתוח הטלויזיה הספרתית מאז תחילת דרכה. הספר, שנערך על ידי המשנה למנהל ההנדסה ב-BBC, משקף את המומחיות והנסיון הרב שנצבר על ידי המתכננים המובילים בשטח זה.

הספר מתאר את הרקע ההיסטורי, ההתפתחות הטכנית, סטנדרטים בינלאומיים, יישומים עכשויים והיבט על יישומים עתידיים של טכנולוגיה חדישה זאת. שום ספר שפורסם (עד כה) אינו מכסה את התחום העוסק באלקטרוניקה סיפרתית בשימוש בשידורי טלויזיה. בנוסף לטיפול בצדדים ההנדסיים והטכניים של שידורי טלויזיה ספרתיים, מטפל הספר בפרוטרוט בהקלטה ספרתית של וידאו, במצלמות ובממשקי וידאו דיגיטליים.

מנקודת מבט של החשיבות של טכנולוגיה חדשה זאת, והצורה המקפת שבה מטפל הספר בתחום נרחב זה, הריהו ספר אידאלי לכל מהנדסי השידור, לתלמידים ומורים של הנדסת אלקטרוניקה/טלויזיה, המחפשים כיסוי מהימן, כולל ומעודכן של תחום הטלויזיה הספרתית.

John Wiley & Sons Ltd
Baffins Lane
CHICHESTER, PO19 1DU
ENGLAND

תערוכות, כנסים ואירועים ברחבי העולם

הרצאות

1 בנובמבר - האתגר למהנדסי חשמל בבריטניה

2 - מחקר אוניברסיטאי על תחנות רדיו ניידות

5 - יישומי וידאו אינטראקטיבי

6 - 50 שנה של מדידות

7 - עבוד אותות ובבואות ברדיו אסטרונומיה

8 - כלי תוכנה לתכנון ממשקים

8 - מערכות העברה לטלקומוניקציה, הדגמת מדידות וביצועים

9 - שימוש בעיבוד מקבילי לחישובים

12 - מכשור VXIbus

13 - התענינות בריטניה בשנות ה-2000: תוכנית מדע החלל ESA

13 - היישום וההתקנה של ציוד חשמלי בפרוייקטי בניה גדולים

13 - חינוך ואימון מתמשכים: דרישות להחזקת CEng ו-IEng

14 - תכנון מערכות באבטחת IT

15 - חיישני סרט עבים ודקים

18-19 - שידור ישיר לבית באמצעות לווינים

20 - השפעות לא ליניאריות בתקשורת אופטית

22 - חינוך בחלל ו בחברה הלויינית

23 - אחריות מנהלית על תקנות עבודה בחשמל

26 - WARC-92 - הכנות

27 - תקשורת CT2/CAI ו-DECT

27 - התקנה ואחזקה של ציוד בטחון

28 - תמיכת IT בתכנון מערכות

28 - פרוייקט מידע חזותי של BSB

29 - תקנות חיווט אירופה 1992

29 - מיקרולווינים לחקר החלל, רדיו וחינוך

29-30 - ביצועים גבוהים באריזה אלקטרונית

מידע על אירועים אלה, ניתן להשיג ב-

IEE, Savoy Place
London WC2R OBL
England

PRONIC 1990 - התצוגה הבינלאומית של תעשיית ציוד ומוצרים אלקטרוניים - התצוגה תתקיים בפריס בתאריכים 12-16 בנובמבר במרכז התצוגות Paris-Nord.

פרטים ניתן לקבל ב:

Promosalons (UK) Ltd
The Colonnades
82 Bishops Bridge Road
London W2 6BB

יריד מחשבים יתקיים באולם החדש של החברה המלכותית לגננות, ברחוב Elverton & Greycoat בלונדון, ב-4 לנובמבר.

כרטיסים ומידע ניתן להשיג ב:

Mike Hayes
8 Midgrove, Delph
Oldham OBL 5EJ

תצוגת הפתרון המוחלט (מפעלים, מנועים, בקרים, חיישנים, רכישת מידע, טלמטריה, מערכות מקשרות, בקרים מתוכנתים) **והתצוגה הבינלאומית לליפוץ סלילים**, יתקיימו בו זמנית ב- NEC בירמינגהם בתאריכים 6-8 בנובמבר, פרטים ב:

The Evan Steadman Communications Group
The Hub, Emson Close, Saffron
Walden
Essex CB10 1HL

סמינר מתקדם לחיישנים יתקיים ב-28 בנובמבר. פרטים ב:

Conference Group, ERA Technology Ltd
Cleeve Road
Leatherhead KT22 7SA

פסטיבל סרטי גרפיקה ממוחשבת, ותצוגת CAD יתקיימו בו זמנית, בתאריכים 6-8 בנובמבר ב- Alexandra Place בלונדון

תצוגה וועידה של **תצוגות אלקטרוניות** יתקיימו בתאריכים 6-8 בנובמבר במרכז הוועידות והתצוגות שבוומבלי לונדון.

תצוגה וועידה של **המחשבים בעיר** יתקיימו בתאריכים 6-8 בנובמבר במרכז הוועידות והתצוגות של Barbican. פרטים על אירועים אלה ב:

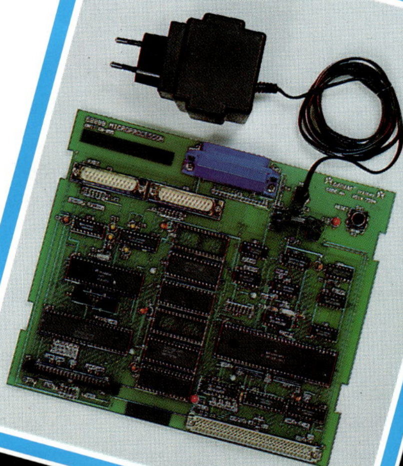
Blenheim Online Ltd
Ash Hill Drive,
Pinner HA5 2AE

Elektor Electronics Israel

חתום מנוי וזכה בפרסים יקרי ערך



רבי מודדים של SOAR
מתנת מאור סוכנויות בע"מ



ערכת לימוד ופיתוח למיקרופרוססור 68000
מתנת דגם מערכות



מלחמים שואבי בדיל ומגלי בידוד
מתנת אינג' א. בידני בע"מ

כל החותם מנוי עד תאריך 30 בנובמבר 1990 ישתתף בהגרלה נושאת פרסים

שירות לקוראים

אלקטורקל מעמידה לרשות קוראיה אפשרות להזמנת מעגלים מודפסים, תוכנות,ולוחות קדמיים של הפרוייקטים המתפרסמים בירחון. כמו כן , את כל ספרי אלקטור בשפה האנגלית. המחירים המתפרסמים בירחון כוללים מע"מ. למחיר יש להוסיף שקל חדש אחד (1 ש"ח) הוצאות אריזה ומשלוח עבור כל הזמנה. (עבור הזמנת ספר יש להוסיף 2 ש"ח.) להזמנות גדולות יקבע מחיר משלוח ואריזה על פי הכמות. את ההזמנות יש לבצע באמצעות טופס ההזמנה המתפרסם בירחון. את ההזמנה יש לשלוח בדאר לכתובת:

אלקטורקל
מחלקת רכיבים
ת.ד. 41096
תל אביב 61410

לא ניתן לבצע הזמנות טלפוניות !!!
בכל מקרה של מספר מוגבל במלאי תנתן עדיפות למנוי הירחון.
שירות נוסף לקוראי אלקטור הוא הזמנת מעגלים מודפסים, תוכנות, ולוחות קדמיים של פרוייקטים אשר התפרסמו בירחונים קודמים בשפה האנגלית. את ההזמנה יש לבצע באמצעות טופס הזמנה מחו"ל תוך ציון כל הפרטים הנחוצים לאיתור המוצר. המחיר להזמנות אלה יקבע לאחר בירור עם המשרד הראשי באנגליה.
בכל מקרה של מספר מוגבל במלאי תנתן עדיפות למנוי הירחון.

תשלום

עבור הזמנות של מעגלים מודפסים שהתפרסמו בירחון.
את ההזמנה יש לשלוח בצרוף שיק לפקודת אלקטורקל.
אין לשלוח כסף מזומן.
עבור הזמנות מירחונים קודמים שהתפרסמו בשפה האנגלית.
הסכום לתשלום יקבע לאחר בירור עם המשרד הראשי בחו"ל. הודעת תשלום תועבר אל המזמין בדאר. התשלום יתבצע ע"י משלוח הודעת התשלום בצרוף שיק לפקודת אלקטורקל. חשבונית מס תשלח אל המזמין יחד עם המוצרים שהוזמנו.

משלוח

המוצרים ישלחו אל המזמין בדאר תוך 7 ימים מקבלת ההזמנה. במקרים שאין במלאי את ההזמנה תיתכן הארכה בזמן המשלוח.

החזרים

החזר של מוצרים אשר נשלחו בטעות יש לבצע מיד עם קבלתם ע"י משלוח בדאר תוך צירוף חשבונית המס.

ביטול הזמנה

ניתן לבטל הזמנה כל עוד לא נשלחה אל הלקוח. ביטול הזמנה תחייב בתשלום של 15% מערך ההזמנה עם מינמום של 3 שקלים. דמי משלוח ואריזה לא יוחזרו במקרה של ביטול הזמנה.

מנויים

מנויים יכולים להצטרף ע"י משלוח דמי מנוי, שמם, וכתובת למשלוח הירחון אל הכתובת:

אלקטורקל
מחלקת מנויים
ת.ד. 41096
תל אביב 61410

מכתבים

מכתבים בנושאים כללים הקשורים לאלקטרוניקה, בעיות, והערות הקשורות לירחון יש להפנות אל המערכת ולציין על המעטפה - עבור העורך.

מאמרים קודמים

אלקטורקל תפרסם בכל ירחון מאמרים מירחונים קודמים על פי תחומי ההתעניינות של הקוראים ובקשותיהם. הצעות ובקשות יש להפנות בכתב אל המערכת ולציין על גבי המעטפה - עבור העורך.

בעיות טכניות

אלקטורקל עומדת בקשר ישיר עם המשרד הראשי ומתכנני הפרוייקטים. בעיות טכניות בבניית הפרוייקטים יש להפנות בכתב אל המערכת ולציין על המעטפה - מחלקת יעוץ טכני. תשובה תשלח בהקדם לאחר בירור עם המשרד הראשי בחו"ל. אין למערכת אפשרות לתת תשובות טלפוניות לבעיות.

רכיבים

לפרוייקטים המתפרסמים בירחון אין בדרך כלל בעיה להשיג רכיבים אצל המפרסמים בירחון זה. במקרה של קשיים בהשגת רכיב מסויים יתפרסם בירחון מקום מומלץ להשגת הרכיבים.

זכויות יוצרים

כל השרטוטים, תמונות, מאמרים, מעגלים מודפסים, EPROM-ים וקלטות המתפרסמים בירחון זה ואשר התפרסמו בירחונים קודמים (פרט לפרסומי צד שלישי) הם מוגני זכויות יוצרים ואין לפרסמם, ליצרם, או לשדרם בכל צורה ובכל אמצעי, כולל שיכפול צילומי או הקלטה. כמכלול או כחלק, ללא רשות מוקדמת בכתב מאלקטורקל. יש לקבל אשור שכזה בכתב לפני אחסון חלק כלשהוא מהפרסומים הללו במאגר מידע מסוג כלשהוא. בלי קשר לאמור לעיל, ניתן לייצר מעגלים מודפסים לשמוש פרטי ואישי ללא רשות מוקדמת מאלקטורקל.

הגבלת החבות

אלקטורקל לא תהיה אחראית חוזית או בהסכמה או בדרך אחרת בגין אובדן או נזק שיגרמו או נגרמו לקונה כלשהוא או בדרך כלשהיא או בהקשר עם אספקת טובין או שירותים מאת אלקטורקל, אלה להספקת טובין כמתואר, או לברירה בידי אלקטורקל להחזיר לקונה כסף כלשהו ששילם בהקשר לטובין.

התדיינות

כל שאלה המתייחסת לאספקה של טובין ושירותים ע"י אלקטורקל תידון מכל הבחינות לפי חוקי מדינת ישראל.

פטנטים

יכולה להיות קיימת הגנה באמצעות פטנט לתוכניות, התקנים, רכיבים וכו' (המתוארים בירחון) אלקטורקל לא תהיה אחראית ולא תהיה לה שום חבות אם נכשלה בזיהוי פטנט שכזה או הזנחה אחרת.

ירחונים קודמים (בשפה האנגלית)

ניתן לרכוש דרך אלקטורקל ירחונים קודמים שהתפרסמו בשפה האנגלית ואשר נמצאים במלאי המערכת בחו"ל במחיר של 16 ש"ח לירחון.

מנויים עבור הירחון באנגלית

מנויים עבור הירחון בשפה האנגלית ניתן לעשות דרך אלקטורקל. דמי מנוי לשנה הם 120 ש"ח כולל מע"מ והוצאות אריזה ומשלוח.

מעגלים מודפסים

אוקטובר 1990

שם פרוייקט	מס׳ קטלוגי	מחיר
בודק hFE	900078	23 ש״ח
מכבה אורות אוטומטי	900083	19 ש״ח
שלט רחוק א.א.	904085/86	30 ש״ח
מחלק תדר 1.5 GHz	890051	14 ש״ח
קדם מגבר סטיראו	900062	14 ש״ח
שלושה בשורה	906022	25 ש״ח
מחולל הצלילים	אין במלאי כרגע	

נובמבר 1990

שם פרוייקט	מס׳ קטלוגי	מחיר
מגבר שמע הספק בינוני	900098	40 ש״ח
מרכזת טלפונים מבוקרת מיקרו	900081	75 ש״ח
מכוון גיטרה	900020	32 ש״ח
ממיר ל S-VHS ל RGB	900055	53 ש״ח
מד מופע	896056	20 ש״ח
מגבר מתכוונן ל UHF	904077	19 ש״ח
ערבל דיבוב	אין במלאי כרגע	
מגבר וידאו	44324	19 ש״ח

ספרים (באנגלית)

301 Circuite	44 ש״ח
302 Circuite	46 ש״ח
303 Circuite	48 ש״ח
Data Sheet Book 1	48 ש״ח
Data Sheet book 2	48 ש״ח
Data book 3	48 ש״ח
Microprocessor Data Book	52 ש״ח

תוכנות + EPROMS

שם פרוייקט	מס׳ קטלוגי	מחיר
מרכזת טלפונים מבוקרת מיקרו (1x27128)	5941	63 ש״ח

טופס הזמנה מחו״ל

שם המזמין ____________________ חתימה ____________

לכבוד:		
אלקטורקל	☐ מספר מנוי	☐ איננו מנוי
ת.ד. 41096	שם	
תל אביב 61410	כתובת	
מחלקת רכיבים	עיר	מיקוד
	טלפון	תאריך

נא מלא את שם המאמר באנגלית בצורה מלאה ואת החודש והשנה של הירחון אשר בו התפרסם הפרוייקט.

כמות	מספר קטלוגי	תאור הפריטים	שם מאמר באנגלית	תאריך הירחון

שם המזמין ____________________ חתימה ____________

טופס הזמנה

לכבוד:		
אלקטורקל	☐ מספר מנוי	☐ איננו מנוי
ת.ד. 41096	שם	
תל אביב 61410	כתובת	
מחלקת רכיבים	עיר	מיקוד
	טלפון	תאריך

נא הקפד למלא את כל הפרטים.

כמות	מספר קטלוגי	פרטים	מחיר היחידה	מחיר

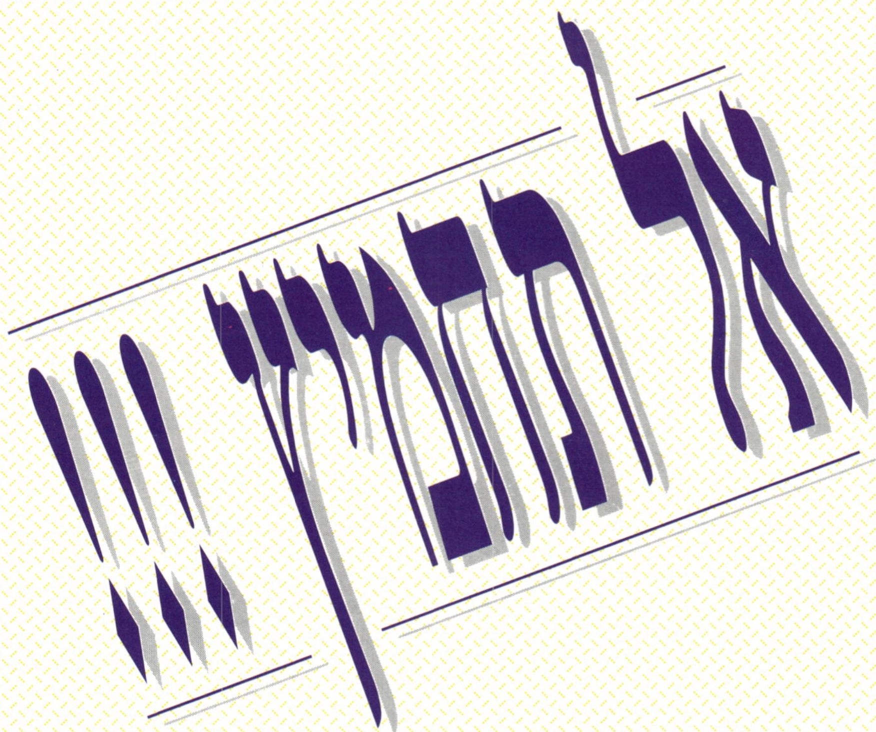
סה״כ	
דמי אריזה ומשלוח	
לתשלום	

☐ מצורף שיק על סך _______ שקלים לפקודת אלקטורקל.

תאריך ____________ חתימה ____________

Elektor Electronics Israel

חודש הבא



מה בירחון הבא?

פרוייקטים לבנייה

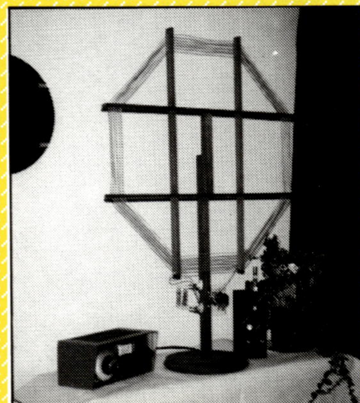
- מחשב BASIC
- מודד השראות עצמית
- רדיו MW סולרי
- מערבל דיבוב חלק ב'
- מגבר AF הספק בינוני
- מתכנת ל 8751
- ספק מתח מעבדתי W 400 חלק ב'
- מודד קיבוליות דיגיטלי
- מודד חום PT 100
- גלאי עשן
- רמקול לצלילים נמוכים חלק א'
- אנטנת לולאה שידור/קליטה ל"קמצנים"

מאמרים וסקירות, תקשורת באמצעות סיבים, רעיונות לתכנון, רשימות יישום, מוצרים חדשים, חדשות בעולם האלקטרוניקה, ספרים חדשים ועוד...ועוד...ועוד...

חסוך 20% עשה מנוי עוד היום

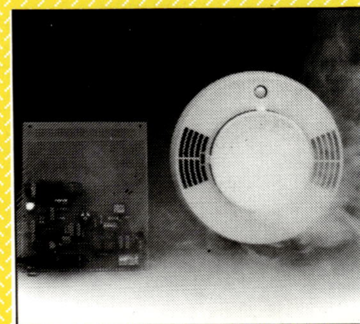
והירחון ישלח לביתך 03-879619

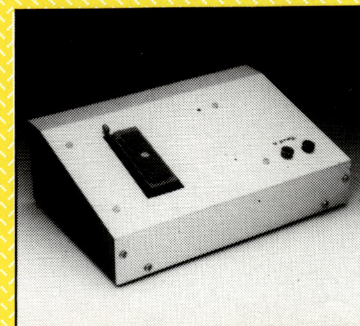
פרוייקטים לבנייה


אנטנת לולאה



מד קיבוליות דיגיטלי


גלאי עשן


מתכנת עבור 8751